

Akustik Emisyon Sinyalleri Kullanarak Tornalamada Takım Kırılmasının Eş-Zamanlı Olarak Algılanması

Gökhan YALÇIN*, Hacı SAĞLAM**

*Selçuk Üniversitesi Huğlu M.Y.O. KONYA

** Selçuk Üniversitesi Teknik Bilimler M.Y.O. 42031 KONYA

ÖZET

Bu çalışmada, tornalama işlemleri sırasında kesici takım aşınması, takım kırılması parçacık kopması ve kesme kuvveti ölçümleri yapılmıştır. Bunun yanında bu parametrelere bağlı olarak akustik emisyon (AE) sinyallerinin değişimini kapsayan bir araştırma da yapılmıştır. Son yıllarda, kesici takımların durumu hakkında ikaz sinyalleri üreten ve takım kırılmadan önce operatörü uyaran Takım Durumu İzleme (TDİ) sistemleri endüstriyel alanda yaygın olarak kullanılmakta ve modern takım tezgâhları bu sistemlerle donatılmaktadır. Bu sebeple, AE sinyalleri ve kesme kuvveti sinyalleri kullanarak TDİ, takım kırılma anını tahmin etmek operatörün takıma müdahalesini asgariye indirmek için bir algılama modeli geliştirilmiştir. Farklı kesme parametreleri ile kesme işlemleri sırasında AE sinyalleri ve kuvvet sinyallerinin değişimleri hazırlanan deney seti ve yazılan program yardımıyla grafik olarak izlenmiştir. Ayrıca, takım durumu hakkında karar vermek için kaydedilen sinyaller değerlendirilmiştir.

Anahtar Kelimeler : Akustik emisyon, Kesme kuvvetleri, Takım kırılması, Parçacık kopması, Veri toplama ve işleme, Takım durumu izleme

The On-Line Tool Fracture Detection in Turning Using Acoustic Emission Signals

ABSTRACT

In this study, an investigation comprising the detection of cutting tool wear, tool fracture, chipping and cutting force measurement have been done. Beside this factors the variation of acoustic emission signals depend on these parameters during turning processes have been performed. In recent years, Tool Condition Monitoring (TCM) systems that generate excitation signals about the state of cutting tools and warn the operator before tool fracture have been used widely in industrial area and the modern machine tools have become equipped with these systems. Therefore, a detection model using acoustic emission signals and cutting force signals have been developed for TCM, prediction of the tool fracture moment and minimizing the operator's interference to the tool. During cutting operations at different cutting parameters, the variation of AE signals and force signals have been monitored graphically by means of the experimental set-up prepared and software written and the recorded signals also have been evaluated to decide about tool condition.

Key Words: Acoustic emission, Cutting forces, Tool fracture, Tool chipping, Data collection and processing, Tool condition monitoring.

1. GİRİŞ

İmalat endüstrisinde kullanılan malzemelerden yapılan makine parçalarının ekonomik olarak işlenmesi, endüstrideki takım tezgâhlarının verimli şekilde kullanılmasını gerektirmektedir. Artan üretim hızının gerektirdiği otomasyon ve talaş kaldırma teknolojilerindeki gelişmelerin sonucu olarak, üretimin kesintiye uğratılmaması, ölü zamanların asgariye indirilmesi, kalite düzeyinin sürdürülmesi, ıskarta parça oranının azaltılması ve takım maliyetlerinin azaltılması için talaşlı imalat kontrol sistemlerindeki gelişmelerin de bu hıza ayak uydurması gerekmektedir. Talaş kaldırma işlemlerinde otomasyonun başarısı, büyük oranda işlem anormalliklerini algılama kabiliyetine ve buna karşılık doğru bir kontrol faaliyetini başlatmasına bağlıdır. İnsan operatörlerin bulunmadığı hallerde bu fonksiyon sensörler

ile sensörlerden gelen sinyalleri yorumlayarak uygun bir kontrol faaliyetine karar verebilen "karar-verme sistemleri" ile yerine getirilir. Entegre bir sistem, algılama elemanları (sensörler), sinyal şartlandırma cihazları, sinyal işleme algoritmaları ve sinyal yorumlama programından oluşmaktadır. Karar-verme işlemlerini zeki bir sensör sistemi oluşturmaktadır.

Kuvvet ölçmede genellikle dinamometre kullanılması ve AE sinyallerinin on-line takım durumu izlemeye ve takım durumu hakkında çok kısa bir sürede güvenilir bilgiler vermesi araştırmacıların çalışmalarını bu alanda yoğunlaştırmıştır.

Rangwala ve Dornfeld, 1990'da bir tornalama operasyonunda takım aşınmasının oluşumunu tanımak için sinir ağlarını kullanarak, çoklu sensörlerden (akustik emisyon ve kuvvet) alınan bilgileri birleştirmişler ve

bir işleme aralığında takım aşınmasını tanımak için sinir ağlarının, üst seviye öğrenme ve gürültü bastırma kabiliyetine sahip olduğunu açıklamışlardır (1). Blum ve Inasaki, işleme esnasında kesme şartlarının üretilen AE sinyalleri üzerindeki etkilerini tayin etmek için kapsamlı deneyler yapmışlardır. Ayrıca birinci ve ikinci deformasyon bölgesindeki AE sinyallerinin yoğunluğu tartışılmış, ortogonal kesme şartlarında kesme kuvveti ve AE sinyalleri gözlenmiş, bu sinyallerin değişimi ile takım aşınması arasında bir ilişki kurularak mukayese suretiyle takım aşınması tahmini yapılmıştır (2). Quan ve ark., otomasyona dayalı üretim sistemlerinin yerine getirilmesi ve talaş kaldırma işlemlerinin optimizasyonu için gerçek imalat şartlarında takım aşınmasını tanımlayan bir sistem geliştirmişlerdir. Takım aşınmasının tayin edilmesinde AE ve motor gücündeki değişimleri yansıtan sensör verilerine dayalı bu sinir ağı modeli, geriye yayınma algoritması ile eğitilmiş ve sonuçlar bu metodun takım ve sensör entegrasyonunda verimli olduğunu göstermiştir (3). Azouzi ve Guillot, talaş kaldırma esnasında yüzey tamlığını (Ra) ve iş parçasındaki boyutsal sapmaları on-line olarak tahmin etmek için zeki bir sensör füzyonu tekniğinin yapılabirliğini incelemiştir (4). Işık, talaş kaldırma işlemlerinde kesici takımların kırılma anını önceden belirleyecek bir sistem oluşturmuştur. Kırılma öncesi erken uyarı için kesme kuvvetleri ve serbest yüzey aşınmasındaki artış değerlerini kullanmıştır (5). Sağlam ve Ünüvar, takım aşınmasının on-line olarak izlenmemesi durumunda üretilen iş parçasındaki yüzey kalitesi ve ölçü toleransında karşılaşılan olumsuzluklar nedeniyle üretim miktarında ve zamanında kayıpların arttığını ifade ederek üretim kalitesi üzerinde en etkili parametrenin takım ömrü olduğunu vurgulamışlardır (6). Bıyık, yaptığı çalışmada tornalama esnasında oluşan üç eksendeki kesme kuvvetlerini ölçebilecek uzama ölçer tipi sekizgen halka dinamometresi tasarlamış ve Ç4140 malzemeden yapımını gerçekleştirmiştir. Ayrıca motorun çektiği akımı ölçmek üzere dalga kontrol akım ölçüm modülü kullanmıştır (7). Bayramoğlu ve Düngel, özellikle NC ve CNC tezgahlarında kesme işlemlerinin optimizasyonunda takımın ömrünü doldurduğu zaman değiştirilmesinin önemine işaret etmişler ve bu değişimin tespitinde kullanılan doğrudan ve dolaylı metotlar üzerine bir inceleme yapmışlardır (8). Blum ve Inasaki, işleme esnasında kesme şartlarının üretilen akustik emisyon (AE) sinyalleri üzerindeki etkilerini tayin etmek için kapsamlı deneyler yapmışlardır (9). Feldmann, Blösch, Göhringer ve Pitter, tornalama işlemlerinde kullanılan döner takım klemensleri içerisine entegre edilen sensör ve sinyal işleme sistemi sayesinde daha yüksek kalitede sinyal elde ederek, takım kırılması ya da takım aşınma değerlerini incelemiştir (10). Dimla ve Lister, kesme kuvvetleri ve titreşim sinyallerinin analizine dayalı deneysel ve analitik bir model geliştirerek, çeşitli kesme şartlarında değişik kesme parametreleri ile tornalama esnasında takım durumunu izlemiştir (11).

Bu çalışmada, AE'nin gerekli olan eşik değerleri belirlenerek yazılan bir program ile AE'nin sinyalleri

eş-zamanlı olarak izlenmiş, AE sinyalleri ve kuvvet değerleri grafiksel olarak kaydedilmiştir. AE'nin sinyalleri eşik değerine erişince program otomatik olarak uyarı vermektedir ve süport geri çekilerek takım kırılmadan önce değiştirilmektedir. Eğer program yanlış alarm veriyse bu durumda tespit edilmektedir. Ayrıca AE sinyalleri belirlenen eşik değerlerine erişince program otomatik olarak uyarı vermektedir. Bu durumda enine süport geri çekilerek takım işten uzaklaştırılmakta ve değiştirilmektedir. Eğer program yanlış alarm veriyse, yani inceleme sonunda kesici ucun kırılmadığı görüldüğü zaman bu değerlerde kaydedilmekte ve işleme devam edilmektedir.

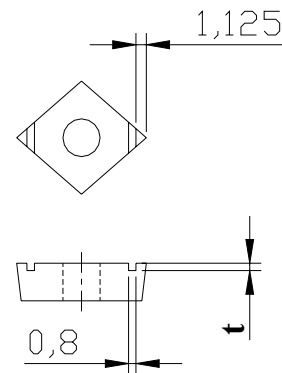
Ayrıca AE sensöründen alınan sinyaller ile takımındaki tahribat arasında ilişki kurularak, parçacık kopması ve takım kırılması arasındaki sinyal seviyeleri ve sinyal tipleri (patlamalı tip, sürekli tip) belirlenmektedir. Böylece sinyal seviyesine ve sinyal tipine bağlı olarak takım kırılmadan önce takıma müdahale edilebilmektedir.

2. MATERYAL VE METOD

Bu çalışmada, gerçek kesme şartları altında üç farklı deneysel çalışma gerçekleştirilmiştir:

- Her üç deneyde** 0.8x1.2 mm boyutlarında kanal açılmış kesici takımla normalize edilmiş AISI 1040 çeliğin işlenmesi,
- 0.8x1 mm boyutlarında kanal açılmış kesici takımla 40 Rc'de sertleştirilmiş AISI 1040 çeliğin işlenmesi,
- 0.8x0.8 mm boyutlarında kanal açılmış kesici takımla 45 Rc'de sertleştirilmiş AISI 4140 çeliğin işlenmesi.

TİC kaplamalı kesici takımlar (Böhler: CCMT 09T308-304) kullanılmış ve her deney aynı kodlu takımın P15 ve P25 kalitesi ile tekrarlanmıştır. İşleme sırasında takımın kırılmasını hızlandırmak için kullanılan bütün takımların talaş yüzeylerine tel erozyon tezgahında kanal açılmıştır (Şekil 1). Deneyler kuru kesme şartlarında yapılmıştır. Her deney için bir kesici uç kullanılmış ve takımda kırılma veya parçacık kopması algılanıncaya kadar işlemeye devam edilmiştir.



Deney	1	2	3
t	1.2	1	0.8

Şekil 1. Kesici uçların profili

1. deneyde, sertleştirilmemiş ancak normalize edilmiş AISI 1040 çeliği P15 kalite, 45° yaklaşma açısına sahip ve talaş yüzeyine 0.8 mm genişlikte, 1.2 mm derinlikte kanal açılmış takımla 0.20, 0.25 ve 0.30 mm/dev ilerlemeler, 96 m/dak kesme hızı ve 2 mm talaş derinliği ile işlenmiş ve bu şartlar altında sürekli talaş teşekkülü ile takım kırılması ve parçacık kopması algılanmıştır. Aynı kesici ucun P25 kalitesi ile aynı kesme şartları altında deney tekrarlanmıştır. 2. deneyde 40 Rc'de sertleştirilmiş AISI 1040 çeliği aynı geometriye sahip, 0.8x1 mm kanal açılmış P15 kalitesinde takımla aynı kesme şartlarında, kesintili talaş teşekkülü ile işlenmiş ve P25 kalite takımla deney tekrarlanmıştır. 3. deneyde de 45 Rc'de sertleştirilmiş AISI 4140 çeliği aynı geometriye sahip, 0.8x0.8 mm kanal açılmış takımla aynı kesme şartlarında, sürekli talaş teşekkülü ile işlenmiş ve P25 kalite takımla deney tekrarlanmış ve bütün deneylerde takım kırılması ve parçacık kopması algılanmıştır.

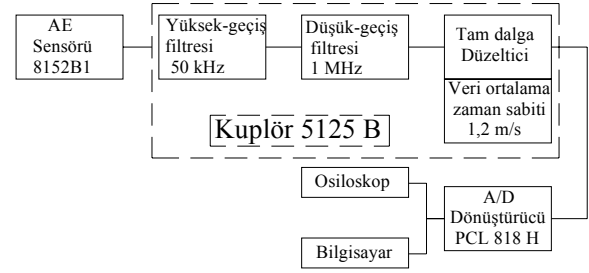
Deney numunesi olarak Ø30x350 mm boyutlarında, üç farklı numune: AISI 1040, AISI 1040 (40HRc) ve AISI 4140 (45 Rc) hazırlanmış ve ısıl işlemden dolayı numune yüzeyinde oluşan kabuk (tufal) tornalanarak tüm numuneler Ø27 mm ölçüsüne getirilmiştir. Deneylerde numuneler ayna-punta arasında işlenmiştir.

Bu çalışmada, akustik emisyon sinyallerini algılamak için piezo-elektrik prensibine göre çalışan bir akustik emisyon sensörü (Kistler: 8152B1) kullanılmıştır. Kullanılan akustik emisyon sensörünün fotoğrafı Şekil 2'de görülmektedir.



Şekil 2. Akustik emisyon sensörü, (Kistler 8152B1)

AE sensöründen alınan analog sinyallerin bilgisayar ortamına transfer edilmesi için gerekli ölçme zinciri Şekil 3'te verilmiştir. Sensörden alınan sinyaller; bir şarj yükseltici (kuplör) (Kistler: 5125B) ile yükseltildikten sonra, yüksek-geçiş filtresi (50 kHz), alçak-geçiş filtresi (1 MHz) ve tam dalga düzelticiden geçirilerek, ortalama değerleri (1.2 m/s) alınarak, analiz için bilgisayara kaydedilmiştir. İşlem sırasında verilerin dalga değişimleri bir veri toplama kartındaki (Advantech: PCL 818H) A/D dönüştürücü yardımıyla dijital sinyallere çevrilmiş ve Turbo Pascal'da yazılan bir program yardımıyla değerlendirilmek üzere bilgisayara kaydedilmiştir.



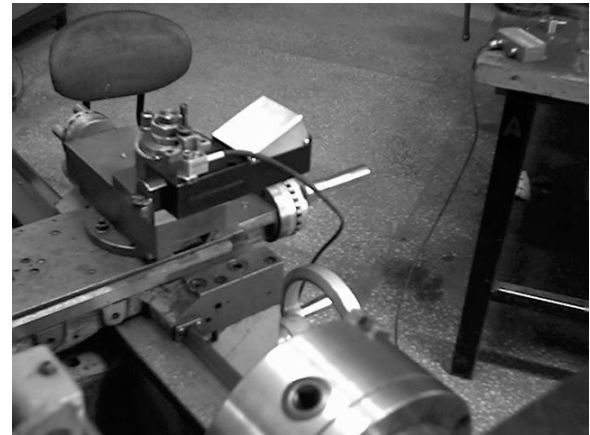
Şekil 3. AE Sensörü ölçme zinciri

AE sinyallerinin RMS enerjisi, içerisinde RMS konvertörü ve sınır anahtarını ihtiva eden bir kuplör (Kistler: 5125B) tarafından tayin edilmektedir. Kuplör, AE sensöründen gelen yüksek frekanstaki akustik emülsiyon sinyallerini işlemek için özel olarak tasarlanmıştır (Şekil 4).



Şekil 4. Kuplörün görünüşü

Tornalamada takım kırılma testleri sırasında kesme kuvvetlerini ölçmek için bilgisayar bağlantılı bir tornalama dinamometresi (TeLC: DKM 2000) kullanılmıştır. İşlem sırasında ölçülen kesme kuvvetleri, seri port üzerinden bilgisayara kaydedilebildiği gibi, operatör tarafındaki panelden de izlenebilmektedir. Böylece takım kırıldığında veya parçacık koştığında kesme kuvvetlerindeki ani yükselme ve düşüme gözlemlenebilmektedir. Deneylerde kullanılan kesici uçların dinamometreye bağlanmasında, kesici uç profiline uygun olarak imal edilmiş bir kartuş kullanılmıştır. Şekil 5'de deney setinin fotoğrafı görülmektedir.



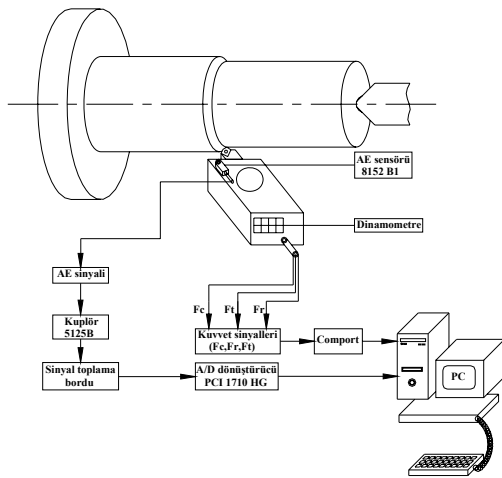
Şekil 5. Deney setinin fotoğrafı

Deneyler üniversal torna tezgâhında (Harrison M300) gerçekleştirilmiştir. Her deney için yeni bir kesici uç kullanılmıştır. Kullanılan torna tezgahının iş mili hızları 58-2500 dev/dak ve ilerleme değerleri 0.03-2 mm/dev aralığında değişmektedir.

İşleme ve takım kırılması esnasında üretilen AE sinyallerinin spektral karakteristikleri, sayısallaştırılmış ham AE verilerini kullanarak, MATLAB 6.5'de kesici ucun kırılma öncesi, kırılma esnasındaki ve kırılma sonrasındaki spektrum grafikleri bir FFT programından hesaplanan bir güç spektrumu ile elde edilmiştir. Kırılan veya parçacık kopmasına maruz kalan kesici uçların fotoğrafları bir tarama mikroskobu ile çekilmiştir. Mevcut kesici uçların kırıldığı işleme şartları belirlenmiş ve bunların fotoğrafları ayrı ayrı çekilerek, uçtan parçacığın mı koştugu yoksa uçun mu kırıldığı durumlar çizilen grafikler ile doğrulanmıştır.

3. DENEY SONUÇLARI VE TARTIŞMA

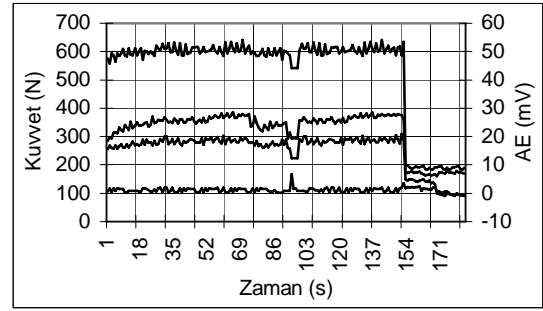
Bu çalışmada, kurulan deney setinin şematik görünüşü Şekil 6'da görülmektedir. Dinamometreden alınan kuvvet sinyalleri veri toplama kartı üzerinden PC'ye kaydedilmiştir. Dinamometre üzerine montaj edilen AE sensöründen alınan sinyaller ise, kuplör'den, sinyal toplama borduna oradan da A/D dönüştürücüden geçilerek PC'ye kaydedilmiştir. Şekil 6'da deney setinin şematik görünüşü görülmektedir.



Şekil 6. Deney setinin şematik görünüşü

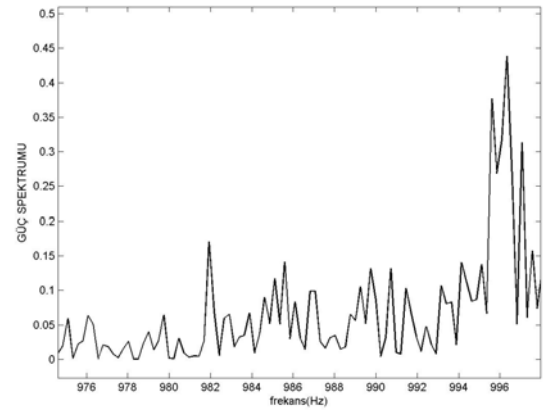
3.1 AISI 1040 (sertleştirilmemiş) çeliğin işlenmesinde AE ile kesme kuvvetlerinin değişimi

Belirlenen parametrelere bağlı olarak AE sinyalinin pik yaptığı noktalarda kesme kuvvetlerinde artışlar olduğu görülmektedir (Şekil 7). Kesme kuvvetlerinin artması sonucu, belirlenen eşik değeri aşıldığında AE sinyalinin sifira yaklaştığı ve dolayısıyla takımın kırıldığı anlaşılmaktadır.

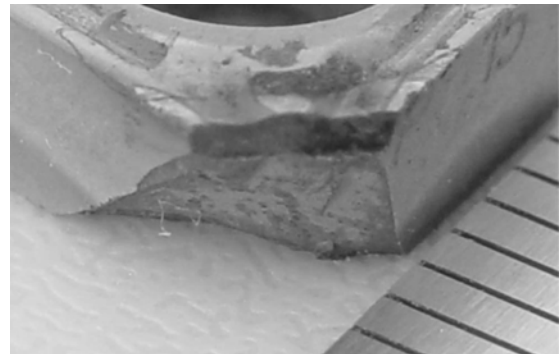


Şekil 7. AE-kesme kuvvetleri (AE-F) grafiği (Kesici uç: P15; kanal derinliği: 1.2 mm; $f=0.20$ mm/dev; $d=2$ mm)

Spektrum analizi yapılan ham AE verilerinin, FFT dönüşümlerinin grafiksel gösterimi Şekil 8'de gösterilmiştir. Grafikte kesme işlemi sırasında alınan sinyallerin tamamı görülmektedir (Takımın kırılma öncesi, kırılma anı ve kırılma sonrası). Takım kırılmadan önce AE sinyalinde küçük pikler olduğu bu noktalarda takımdan parçacık kopmasının olduğu, takımın kırıldığı noktada ise AE sinyalinin tepe değeri yaptığı, takım kırıldıktan sonra ise AE sinyalinde ani bir düşüşün olduğu görülmektedir. Tornalama esnasında kullanılan kesici ucun, işlemden sonra mikroskop altında çekilen resmi Şekil 9'da görülmektedir.

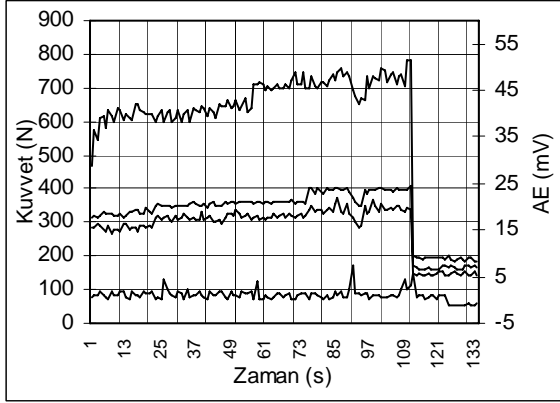


Şekil 8. Deney planı 1'in güç spektrumu analizi (Kesici uç: P15; kanal derinliği: 1.2 mm; $f=0.20$ mm/dev; $d=2$ mm)



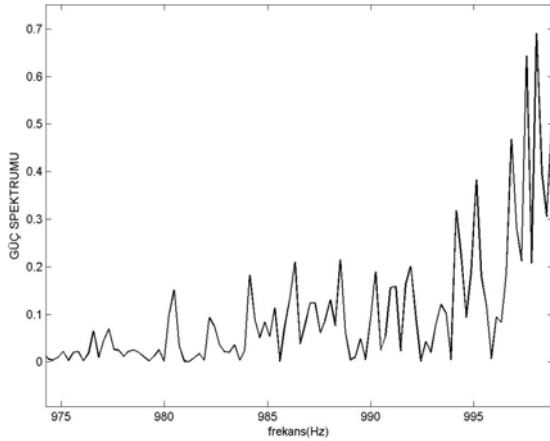
Şekil 9. Kırılan takımın fotoğrafı (Kesici uç: P15; kanal derinliği: 1.2 mm; $f=0.20$ mm/dev; $d=2$ mm)

Şekil 7 ve Şekil 10 birlikte incelendiğinde, ilerlemenin artan değerlerinde (0.2-0.25 mm/dev), AE sinyalinin pik yaptığı noktanın değeri ve kesme kuvvetleri değerlerinin arttığı gözlemlenmiştir.

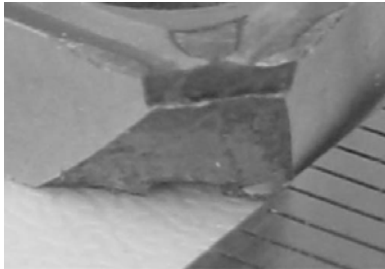


Şekil 10. AE-kesme kuvvetleri (AE-F) grafiği (Kesici uç: P15; kanal derinliği: 1.2mm; $f=0.25$ mm/dev; $d=2$ mm)

Spektrum analizi yapılan ham AE verilerinin, FFT dönüşümlerinin grafiksel gösterimi Şekil 11'de gösterilmiştir. Grafikte kesme işlemi sırasında alınan sinyallerin tamamı görülmektedir (Takımın kırılma öncesi, kırılma anı ve kırılma sonrası). Takım kırılmadan önce AE sinyalinde küçük pikler olduğu bu noktalarda takımdan parçacık kopmasının olduğu, takımın kırıldığı noktada ise AE sinyalinin yüksek pik yaptığı, takım kırıldıktan sonra ise AE sinyalinde ani bir düşüş olduğu görülmektedir. Tornalama esnasında kullanılan kesici ucun, işlemden sırasıyla sonra mikroskop altında çekilen resmi şekil 12'de görülmektedir.

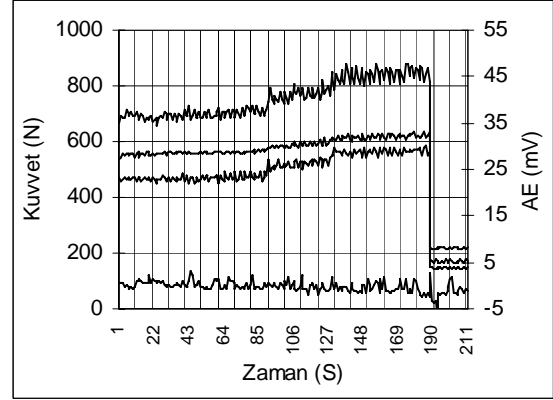


Şekil 11. Deney planı 1'in güç spektrumu analizi (Kesici uç: P15; kanal derinliği: 1.2mm; $f=0.25$ mm/dev; $d=2$ mm)



Şekil 12. Kırılan takımın fotoğrafı (Kesici uç: P15; kanal derinliği: 1.2mm; $f=0.25$ mm/dev; $d=2$ mm)

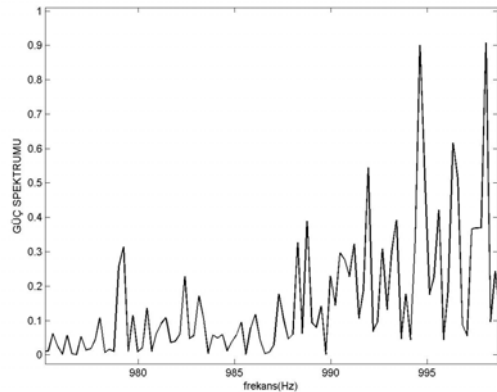
Şekil 7 ve Şekil 13 birlikte incelendiğinde, kesici uç P15 kalitesinden P25 kalitesine çıkarıldığında, AE sinyalinin pik yaptığı noktanın değeri ve kesme kuvvetleri değerlerinin arttığı gözlemlenmiştir.



Şekil 13. AE-kesme kuvvetleri (AE-F) grafiği (Kesici uç: P25; kanal derinliği: 1.2mm; $f=0.20$ mm/dev; $d=2$ mm)

Spektrum analizi yapılan ham AE verilerinin, FFT dönüşümlerinin grafiksel gösterimi Şekil 14'te gösterilmiştir. Grafikte kesme işlemi sırasında alınan sinyallerin tamamı görülmektedir (Takımın kırılma öncesi, kırılma anı ve kırılma sonrası). Takım kırılmadan önce AE sinyalinde küçük pikler olduğu bu noktalarda takımdan parçacık kopması olduğu, takımın kırıldığı noktada ise AE sinyalinin tepe değeri yaptığı, takım kırıldıktan sonra ise AE sinyalinde ani bir düşüşün olduğu görülmektedir. Tornalama esnasında kullanılan kesici ucun, işlemden sonra mikroskop altında çekilen resmi şekil 15'de görülmektedir.

Sabit talaş derinliği, sabit kesme hızı ve değişen ilerleme değerleri arasındaki bağıntıları ifade eden grafikler Şekil 7 Şekil 10 ve Şekil 13'de verilmiştir. Sinyaller incelendiğinde; AE sinyalinin pik yapıp eşik değerini aştığı noktalarda kesme kuvvetlerinde ani azalmaların olduğu ve bu azalmaların süreklilik göstererek sifıra yaklaştığı görülmektedir. Kesme kuvvetlerinin yükselip sonra sifıra yaklaşmasından kesici ucun kırıldığı anlaşılmaktadır.



Şekil 14. Deney planı 1'in güç spektrumu analizi (Kesici uç: P25; kanal derinliği: 1.2mm; $f=0.20$ mm/dev; $d=2$ mm)



Şekil 15. Takım kırılması (Kesici uç: P15; kanal derinliği: 1.2mm; f=0.25 mm/dev; d=2 mm)

3.1. AISI 1040 (sertleştirilmemiş) çeliğin işlenmesinde AE ile kesme kuvvetleri ve Parçacık kopması

Sabit talaş derinliği ve sabit kesme hızı değerleri için (Şekil 16 ve Şekil 17) AE sinyalleri ve kesme kuvvetleri (F, N) arasındaki bağıntıları ifade eden grafikler incelendiğinde; AE sinyalinin pik yaptığı noktalarda eşik değeri aşılmadığı için bilgisayar programından bir uyarı sinyali alınmamıştır. Buna bağlı olarak bu pik noktalarında kesici takım üzerinde parçacık kopması olduğu tahmin edilerek kesme işlemi durdurulmuştur. Kesici takım incelendiğinde gerçekten bir parçacık kopması olduğu gözlenmiştir. Parçacık kopmasının olduğu noktalarda AE sinyalleri ve kesme kuvvetlerinde artışlar olduğu gözlemlenmiştir.

Tablo 1. Deney planı 1 için ölçülen AE uyarı sinyalleri

Deney 1				Deney sonuçları			
Vc, m/dak	D, mm	Kesici uç	f, mm/dev	İşleme süresi,dk	Doğru uyarı	Yanlış uyarı	Uyarı hatası
96	2	P15	0.20	3.25	x		
			0.25		x		
			0.30		x		
		P25	0.20	2.65	x		
			0.25			x	
			0.30		x		

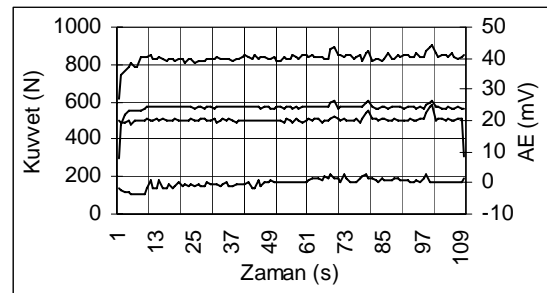
Tablo 2. Deney planı 2 için ölçülen AE uyarı sinyalleri

Deney 1				Deney sonuçları			
Vc, m/dak	D, mm	Kesici uç	f, mm/dev	İşleme süresi,dk	Doğru uyarı	Yanlış uyarı	Uyarı hatası
96	2	P15	0.20	5.98	x		
			0.25		x		
			0.30		x		
		P25	0.20	10.26	x		
			0.25		x		
			0.30		x		

Tablo 3. Deney planı 3 için ölçülen AE uyarı sinyalleri

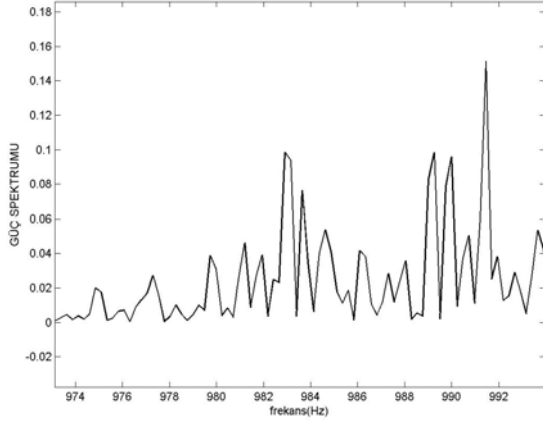
Deney 1				Deney sonuçları			
Vc, m/dak	D, mm	Kesici uç	f, mm/dev	İşleme süresi,dk	Doğru uyarı	Yanlış uyarı	Uyarı hatası
96	2	P15	0.20	3.03	x		
			0.25		x		
			0.30			x	
		P25	0.20	2.52	x		
			0.25		x		
			0.30		x		

AE sinyalinin pik yaptığı noktada eş-zamanlı olarak bilgisayar ekranında operatörü uyaran sinyalinde doğru zamanda uyarı gösterdiği gözlemlenmiştir. Deney planı 1 için verilen diğer parametreler, çizilen grafikler yukarıda ifade edilen sonuçları doğrulamaktadır. Yazılan bilgisayar programının verdiği uyarı sinyallerinin doğruluğu Tablo 1'de gösterilmiştir. Deneysel çalışmada yapılan diğer deney parametrelerinin uyarı sinyallerinin sonuçları yani deney planı 2 ve 3'ün ölçülen AE uyarı sinyalleri sırasıyla Tablo 2 ve Tablo 3'de görülmektedir.

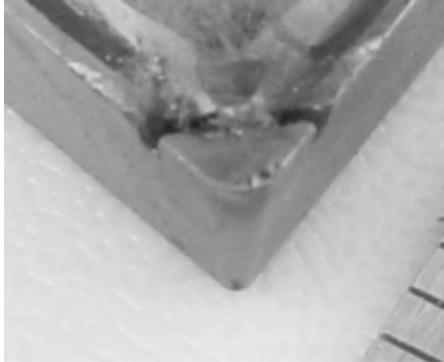


Şekil 16. AE-kesme kuvvetleri (AE-F) grafiği (Kesici uç: P25; kanal derinliği: 1.2mm; f=0.25 mm/dev; d=2 mm)

Spektrum analizi yapılan ham AE verilerinin, FFT dönüşümlerinin grafiksel gösterimi şekil 17’de gösterilmiştir. Grafikte bakıldığında kesme işlemi sırasında alınan sinyallerin pik yaptığı noktalar görülmektedir. AE sinyalinde küçük piklerin olduğu bu noktalarda, takımın parçacık kopması olduğu tahmin edilerek kesme işlemi durdurulmuştur. Kesici takım mikroskop altında incelendiğinde gerçekten takımın parçacık kopması olduğu gözlemlenmiştir. Tornalama esnasında kullanılan kesici ucun, işlem sırasından sonra mikroskop altında çekilen resmi şekil 18’de görülmektedir.



Şekil 17. Spektrum grafiği (Kesici uç: P25; kanal derinliği: 1.2mm; $f=0.25$ mm/dev; $d=2$ mm)



Şekil 18. Parçacık kopması (Kesici uç: P25; kanal derinliği: 1.2mm; $f=0.25$ mm/dev; $d=2$ mm)

4. SONUÇLAR

Bu çalışmadan elde edilen en önemli bulgular aşağıda özetlenmektedir:

Sabit talaş derinliği ve sabit kesme hızı değerleri için, AE sinyalinin pik yapıp eşik değerini aştığı noktalarda kesme kuvvetlerinde ani azalmaların olduğu ve bu azalmaların süreklilik göstererek sifıra yaklaştığı gözlemlenmiştir.

İlerlemenin artan değerlerinde AE sinyalinin pik yaptığı noktanın değeri ve kesme kuvvetleri değerlerinin arttığı gözlemlenmiştir.

Kesici uç P15 kalitesinden P25 kalitesine çıkarıldığında, AE sinyalinin pik yaptığı noktanın değeri ve kesme kuvvetleri değerlerinin arttığı gözlemlenmiştir.

1.Kesici uçtaki kanal derinliklerinin değişimine (1 mm – 0.8 mm - 1.2 mm) bağlı olarak, AE sinyalleri ve kesme kuvvetlerinde artışlar olduğu gözlemlenmiştir. AE sinyalinin pik yaparak eşik değerini aştığı noktada takımın kırıldığı ve kesme kuvvetlerinin sifıra yaklaştığı gözlemlenmiştir. Yazılan bilgisayar programının belirlenen eşik değerlerinin aşıldığı noktalarda doğru uyarılar verdiği gözlemlenmiştir.

2.Kesici uçtaki kanal derinlikleri değişimine (1 mm–0.8 mm) bağlı olarak, AE sinyalleri ve kesme kuvvetlerinde artışlar gözlemlenmiştir. AE sinyalinin pik yaparak eşik değerini aştığı noktada takımın kırıldığı ve kesme kuvvetlerinin sifıra yaklaştığı gözlemlenmiştir. Yazılan bilgisayar programının belirlenen eşik değerlerinin aşıldığı noktalarda doğru uyarılar verdiği gözlemlenmiştir.

3.Sabit talaş derinliği ve kesme hızı değerleri için; AE sinyalinin pik yaptığı noktalarda eşik değerinin aşılmaması halinde bilgisayar programından bir uyarı sinyali alınmamıştır. Buna bağlı olarak bu pik noktalarında kesici takım üzerinde parçacık kopması olduğu tahmin edilmiş ve kesme işlemi durdurulmuştur. Kesici takım incelendiğinde gerçekten bir parçacık kopması olduğu gözlemlenmiştir. Parçacık kopmasının olduğu noktalarda AE sinyalleri ve kesme kuvvetlerinde artışlar olduğu gözlemlenmiştir.

4.Kesici takıma gelen AE sinyallerinin takım kırılma anına kadar küçük pikler halinde seyrettiği, kırılma anında ise tepe değerlere ulaştığı ve kırılma sonrasında AE sinyalinde ani bir düşüşün olduğu gözlemlenmiştir.

Yapılan bu çalışma, “Akustik Emisyon Sinyalleri Kullanarak, Tornalamada Takım Kırılmasının Eş-Zamanlı olarak Algılanması” isimli yüksek lisans tezinden faydalanılarak hazırlanmıştır (12).

TEŞEKKÜR

Bu çalışma S.Ü. Fen Bil. Enstitüsü. 2003/179 numaralı tez projesi tarafından desteklenmiştir.

5. KAYNAKLAR

1. Rangwala, S. and Dornfeld, D., (1990). Sensor integration using neural networks for intelligent tool condition monitoring. J. Engng. for Industry, 112, 219-228.
2. Blum, T. and Inasaki, I., (1990). A study on acoustic emission from the orthogonal cutting process”. J. Eng. for Industry, Vol. 112, pp. 203-211, August.
3. Quan, Y., Zhou, M. and Luo, Z., (1998). On-line robust identification of tool wear via multi-sensor neural network fusion”. Eng. Application of Artificial Intelligence, 11, pp. 717-722.

4. Azouzi, R. and Guillot, M., On-line prediction of surface finish and dimensional deviation in turning using neural network based sensor fusion. *Int. J. Mach. Tools Manufact.*, 37(9), pp. 1201-1217, 1997.
5. Işık, Y., Takım Ömrü Süresince Takım Davranışlarının İncelenmesi ve Kırılma Anının Önceden Tahmini İçin Bir Erken Uyarı Modelinin Geliştirilmesi, U. Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü, Doktora Tezi, 2001.
6. Sağlam, H., Ünüvar, A., Takım Aşınmasına Dayalı On-Line Takım Durumu İzleme Sistemleri ve Verilerin Değerlendirilmesi, Makine İmalat Teknolojileri Sempozyumu Bildiri Kitabı, s.27-39, Konya, 1999.
7. Bıyık, M. T., Tornalamada Kuvvet Ölçümlerine Dayalı Gerçek Zamanlı Takım Aşınmasının İzlenmesi, Yüksek Lisans Tezi S. Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü, Konya, 2004.
8. Bayramoğlu, M. ve Döngel. Ü., (1995). "Kalem aşınmasının analizinde ve otomatik değiştirilmesinde geliştirilen teknikler". 2. Endüstriyel Otomasyon 95 Sempozyumu Bildiriler Kitabı, s. 133-144.
9. Blum, T. and Inasaki, I., (1990). "A study on acoustic emission from the orthogonal cutting process". *J. Eng. for Industry.*, Vol. 112, pp. 203-211, August.
10. Feldman, K., Blöch, W., Göhringer, J., Pitter, F., Tornada takım kontrolü için çok sensörlü mikrosistem, Makina Magazin, Sayı 17, ss. 52-57, 1997.
11. Dimla, D.E. and Lister, P.M., On-line metal cutting tool condition monitoring; I: Force and vibration analyses. *Int. J. Machine Tools and Manufact.*, Vol. 40, pp. 739-768, 2000.
12. Yalçın, G., Akustik Emisyon Sinyalleri Kullanarak, Tornalamada Takım Kırılmasının Eş-Zamanlı olarak Algılanması, Yüksek Lisans Tezi S. Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü, Konya, 2005