

ATILIM UNIVERSITY
METAL FORMING CENTER OF EXCELLENCE

Seminar (13 November 2014, Thursday, 09:30-12:30)

Finite Element Modeling and Simulation of Machining Processes

Tuğrul Özel

Manufacturing & Automation Research Laboratory

Department of Industrial and Systems Engineering

Rutgers University, New Jersey, USA

Abstract

Machining is the most prevailing manufacturing operation in terms of volume and expenditure and has been utilized in automotive, aerospace, dies and molds manufacturing industries. Machining presents challenging yet exciting intellectual problems that have fascinated researchers for decades. Predicting the outcome of the machining process, tool performance, and resultant surface integrity accurately is quite challenging due to the difficulty in fully capturing the physics of the thermo-mechanical processing during machining. Prediction of the fundamental physical variables such as deformation field variables and temperatures using Finite Element modeling and simulation methods offers possibilities for further predicting global process outputs such as tool forces, tool wear rate, residual stresses and microstructure of machined surfaces. However, finite element simulations are sensitive to the inputs such as flow stress behavior of the work material, temperature dependent material properties, friction, microstructure models, and numerical solution methodologies. This seminar will explain in details finite element modeling and simulations of machining titanium and nickel-based alloys, their flow stress behavior and modified material constitutive modeling, friction determination in machining, tool edge radius, and single and multi-layer coatings effects on predicted tool forces, wear rate and surface integrity including residual stresses, microstructural changes.

Bio sketch

Dr. Tuğrul Özel is Associate Professor and Director of Manufacturing and Automation Research Laboratory in the Department of Industrial & Systems Engineering at Rutgers University. He received his Ph.D. from Mechanical Engineering from Ohio State University in 1998. He was a summer faculty fellow at NASA Glenn Research Center in 1999. He teaches courses on manufacturing processes, automation, advanced manufacturing, production systems and simulation modeling. His research program focuses on computational modeling and optimization of manufacturing processes at multi-scale; high speed machining, micro-milling, laser micro-machining, and additive laser sintering processes. Dr. Özel has published over 100 articles in leading manufacturing journals & conferences, and co-edited two books (Intelligent Machining: Modeling and Optimization of the Machining

Processes and Systems, Wiley 2009, and "Micro-Manufacturing: Design and Manufacturing of Micro-Products, Wiley 2011). He is the Founding Editor and Editor-in-Chief of the International Journal of Mechatronics and Manufacturing Systems as well as member on the editorial board of several international journals. He has been member of scientific or program committee on over 25 international conferences. His research has been well funded by National Science Foundation, National Institute of Standards and Technology, NASA and industry. He is senior member of SME, ASME, and Associate Member of the International Academy for Production Engineering, CIRP.

ATILIM ÜNİVERSİTESİ

METAL ŞEKİLLENDİRME MÜKEMMELİYET MERKEZİ

Seminer (Tarih: 13 Kasım 2014, Perşembe, Saat: 09:30-12:30)

Sonlu Elemanlar Metodu ile Metal Kesme Proseslerinin Modellenmesi ve Simülasyonu

Tuğrul Özel

İmalat ve Otomasyon Araştırmaları Laboratuvarı

Endüstri ve Sistem Mühendisliği, Rutgers Üniversitesi, New Jersey, ABD

Özet

Talaşlı metal imalat, işlem hacmi ve imalat harcamaları açısından en yaygın ve hakim üretim metodu olarak otomotiv, havacılık, ve kalıp imalat sanayilerinde yoğun olarak kullanılmaktadır. Talaşlı imalat oldukça zorlu olmakla beraber heyecan verici bir çok entelektüel problemi içermesi sebebiyle araştırmacıların yıllardır ilgisini çekmiştir. Metal kesme işleminin sonucundaki kalitenin hassas bir şekilde tahmini, takım performansının ve sonuçta elde edilecek yüzey kararlılığının önceden kestirilebilirliği, metal kesme sırasındaki termo-mekanik işlemin karmaşık fiziksel oluşumlarının bütünüyle kavranmasındaki zorluklar nedeniyle, oldukça güç ve hatalı olabilmektedir. Sonlu elemanlar ile modelleme ve simülasyon yöntemleri kullanarak, deformasyon alanı değişkenlerinin ve sıcaklık gibi diğer fiziksel temel değişkenlerin detaylı olarak hesaplanması, global işlem özelliklerinin tahmini, kesme kuvvetleri, takım aşınma oranları, işlenmiş yüzeylerdeki artık gerilmeler ve malzeme mikroyapısındaki değişikliklerin çıktıları şeklinde hesaplama olanakları sunmaktadır. Ancak, sonlu eleman simülasyonlarının sonuçları, malzemenin akış gerilme davranışı, metal ve takım malzemelerinin sıcaklığa bağımlı malzeme özellikleri, sürtünme karakteristikleri, ve metal alaşımının mikroyapı değişim modelleri gibi fiziksel girdilere ve sayısal simülasyon çözüm tekniklerine oldukça duyarlıdır. Bu yarım günlük seminerde, iki ve üç boyutlu sonlu eleman modelleme ve metal işleme simülasyon tekniklerinin titanyum ve nikel esaslı süper alaşımların kesilmesinde kullanımı ayrıntıları ile anlatılacak olup, bu metal alaşımlarının akış gerilme davranışlarının karakteristikleri, malzeme bünye modellerinin, takım sürtünme ve aşınması modellerinin parameterlerinin

belirlenmesi ile talaşlı imalatta takım ucu mikro-geometrisinin ve takım kaplamalarının hesaplanan kesme kuvvetleri ve talaş sürtünme davranışları üzerine etkileri ve üç boyutlu kesme simülasyonları ile yapılan kesme kuvvetleri, takım aşınması, yüzey bütünlülüğü ve kararlılığının tahmini artık gerilmeler ve mikroyapısal değişiklikler dahil olmak üzere incelenmesi ve deneysel olarak karşılaştırılması gibi çalışmaların neticeleri açıklamaları ile katılımcılara aktarılacaktır.

Özgeçmiş

Doç. Dr. Tuğrul Özel , Rutgers Üniversitesi, New Jersey, ABD’de Endüstri ve Sistem Mühendisliği bölümünde asosiy profesör olarak ve İmalat ve Otomasyon Araştırmaları Laboratuvarı yöneticisi olarak görev yapmaktadır. Doktora öğrenimini Ohio Eyalet Üniversitesinde 1998 yılında tamamlamıştır. NASA Glenn Araştırma Merkezinde 1999 yılında yaz dönemi araştırmacı öğretim üyesi olarak çalışmıştır. İmalat süreçleri, otomasyon, ileri imalat teknolojileri, üretim süreçleri ve sistemleri simülasyon modelleme dersleri öğretmektedir. Araştırma programları üretim süreçlerinin değişik boyutlarda hesaplamalı modellemesi ve optimizasyonu, yüksek hızlı talaşlı imalat, mikro-frezeleme, lazer mikro-işleme, ile lazer esaslı katkılı imalat süreçlerini teşkil etmektedir. İmalat teknolojisi ve bilimi konusunda faaliyet gösteren bilimsel dergilerde ve konferanslarda 100’den fazla makalesi yayınlanmış olup, Akıllı Talaşlı İmalat: Talaşlı İmalat Süreçlerinin ve Sistemlerinin Modellenmesi ve Optimizasyon adı ile 2009 yılında, Mikro-İmalat: Mikro-Ürünlerin Tasarımı ve İmalatı adında 2011 yılında editör olarak kitapları yayınlanmıştır. Uluslararası Mekatronik ve İmalat Sistemleri Dergisinin (IJMMS) kurucu ve baş editör olarak 2008 yılından beri görev yapmakta olup, uluslararası bir çok dergide editörler komitesinde ve uluslararası konferansların bilimsel değerlendirme kurullarında çalışmaktadır. Araştırmaları ABD’de National Science Foundation, National Institute of Standards and Technology,

ATILIM UNIVERSITY
METAL FORMING CENTER OF EXCELLENCE

Seminar (13 November 2014, Thursday, 14:00-17:00)

Micro-Milling: Process Modeling and Optimization

Tuğrul Özel

Manufacturing & Automation Research Laboratory

Department of Industrial and Systems Engineering

Rutgers University, New Jersey, USA

Abstract

Titanium base alloys are widely used as a material of choice in various components in aerospace, chemical, pharmaceutical and medical device industries. In fabricating miniaturize products, the micro-milling process possesses several advantages such as ease of use, process flexibility, low set-up cost, variety in work materials and high material removal rates and is one of the most promising methods for rapid manufacturing of parts with complex three dimensional features in high relative accuracy and precision. However, controlling the micro-end milling process to obtain the desired results is much challenging due to the size effect and some uncontrollable factors. This work presents investigations on integrated physics based modelling and multi-objective optimization approach for micro-milling of Ti-6Al-4V alloy. Micro-milling experiments using various carbide micro-end mills are conducted; surface roughness, burr formation and tool wear are measured. Effects of machining parameters on surface roughness, burr formation, and tool wear are investigated. 2D and 3D Finite element modeling have been utilized to predict forces, temperatures, chip flow and wear rate for micro-tools. Models have been obtained with physics-based and statistically based methods have been also integrated into multi-objective optimization to identify optimum tool path and process parameters. The results indicate that integrated modeling and optimization approach can minimize the average surface roughness and burr formation concurrently.

ATILIM ÜNİVERSİTESİ

METAL ŞEKİLLENDİRME MÜKEMMELİYET MERKEZİ

Seminer (Tarih: 13 Kasım 2014, Perşembe, Saat: 14:00-17:00)

Mikro Frezeleme İmalat Sürecinin Modellenmesi, Simulasyonu ve Optimizasyonu

Tuğrul Özel

İmalat ve Otomasyon Araştırmaları Laboratuvarı

Endüstri ve Sistem Mündisliđi, Rutgers Üniversitesi, New Jersey, ABD

Özet

Titanyum alaşımları hafif ve yüksek sıcaklığa dayanıklı metallerin tercih edildiği uçak sanayiinde, ve ayrıca korozyona dayanıklı ve biyouyumlu ürünlerde, kimya ve tıbbi protezler ve implantlarda yoğun olarak kullanılmaktadır. Bir talaşlı imalat tekniği olan mikro-frezeleme, minyatür ürünlerin direkt imalatı için oldukça uygun bir imalat süreci olup, kolay kullanım, esneklik, düşük maliyet, yüksek talaş kaldırma oranları, geniş malzeme yelpazesine uygulanabilirliği ve üç boyutlu karmaşık geometrili minyatür parçaların kabul edilebilir bir hassasiyet ile işlenebilirliği gibi avantajlar sağlamaktadır. Ancak, istenilen imalat kalitesinin devamlı olarak elde edilmesi ve sürecin güvenilirliğinin sağlanması amacıyla mikro-frezeleme sürecinin kontrolü, boyut farkı gibi ve diğer kontrol edilemeyen etkenlerden dolayı zorluklar teşkil etmektedir. Bu seminerde Ti6Al4V titanium alaşımının fiziksel micro-frezeleme sürecinin sonlu elemanlar metodu ile modellenmesi, simülasyonu, ve optimizasyonu üzerine yapılan araştırmalar ve incelemeler sunulacaktır. Geliştirilen iki ve üç boyutlu sonlu eleman modelleri ile deformasyon alanı değişkenlerinin, sıcaklık gibi diğer fiziksel temel değişkenlerin detaylı olarak hesaplanması, kesme kuvvetleri, takım aşınma oranları, işlenmiş yüzeylerdeki değişikliklerin hesaplanabilmekte ve takım ömrü, yüzeyde kalan çapaklar, yüzey düzgünlüğü ve bütünlüğü deneysel modellerin de yardımıyla mümkün olabilmektedir. Özellikle üç boyutlu kesme simülasyonları ile yapılan kesme kuvvetleri, takım aşınması, yüzey bütünlüğü ve çapak şekillerinin tahmini üzerine yapılan deneysel çalışmalar ile karşılaştırılması katılımcılara aktarılacaktır.

ATILIM UNIVERSITY
METAL FORMING CENTER OF EXCELLENCE

Seminar (14 November 2014, Friday, 09:30-12:30)

**Laser Material Processing Methods: Micromachining, Laser Exfoliation and Selective Laser
Melting**

Tuğrul Özel

Manufacturing & Automation Research Laboratory
Department of Industrial and Systems Engineering
Rutgers University, New Jersey, USA

Abstract

Materials processing using pulse lasers with short pulse duration provides very high peak powers even when using low to moderate pulse energies at various wavelength through harmonics of the fundamental wavelength. This seminar will explain in details various applications of the pulsed and continuous laser processing such as micromachining, laser exfoliation, and selective laser melting of powder metals for additive manufacturing. First, modeling and experimental investigations on the effects of process parameters on fabricating microchannels in PMMA and PDMS transparent polymers for microfluidic applications will be introduced. Secondly, laser exfoliation and cutting of ion implantation prepared thin single crystalline ceramics such as SiC by utilizing high energy pulsed laser irradiation to create a novel material removal mechanism will be introduced with experimental results and thermal modeling investigations. Lastly, modeling studies on the prediction of the 1D and 2D temperature profile and melt pool geometry for selective laser melting of metal powders will be presented.

ATILIM ÜNİVERSİTESİ
METAL ŞEKİLLENDİRME MÜKEMMELİYET MERKEZİ

Seminer (Tarih: 14 Kasım 2014, Cuma, Saat: 09:30-12:30)

**Laser ile malzeme işleme yöntemleri: Talaşsız mikro-imalat, Laser ile Tabaka Kaldırma, ve
Laser ile Metal Eritme -Katmanlı Metal Üretim**

Tuğrul Özel

İmalat ve Otomasyon Araştırmaları Laboratuvarı

Endüstri ve Sistem Mühendisliği, Rutgers Üniversitesi, New Jersey, ABD

Özet

Laser ile malzeme işleme yöntemleri, özellikle çok kısa süreli ve kesikli laser kaynağının malzemeye yansımını ile elde edilen yüksek enerji yoğunlaşması sayesinde yaratılan etkin -geleneksel olmayan-talaşsız imalat yöntemleridir. Bu yarım günlük seminerde laser ile malzeme işleme yöntemlerinin çeşitli uygulamaları sunulacaktır. İlk olarak, kesintili laser kaynağının nanosaniye süresince etki göstermesi tekniğiyle mikro-kanalların PMMA ve PDMS tipi polimerlere işlenebildiği talaşsız imalat yöntemi anlatılacaktır. İkinci olarak, iyon tarama metodu ile hazırlanmış silicon karbür türü tek çekirdek seramiklerin yüzeyinden tabaka olarak kesilip kaldırılma işleminin fiziği, deneysel sonuçları ısıtım modelleri ile birlikte aktarılacaktır. Son olarak, yeni bir teknoloji olan laser ile metal eritme yani katmanlı metal imalat yöntemi anlatılacaktır. Bu alanda yapılan araştırmalar özetlenerek, 1-D ve 2-D boyutlu sıcaklık ve eritme havuzu modelleri gösterilecektir.