



Kadir Kaan Karaveli



kaan.karaveli@agu.edu.tr

0000-0002-5990-8203



Thesis Advisor

Prof. Dr. Burak Bal

burak.bal@agu.edu.tr

AI-ASSISTED OPTIMIZATION OF SHOT PEENING PROCESS AND INVESTIGATION OF THE EFFECTS OF SECONDARY PROCESSES ON HYDROGEN EMBRITTLEMENT RESISTANCE AND MECHANICAL PERFORMANCE OF SLM MANUFACTURED ALSI10MG ALLOY

abstract This thesis investigates the optimization of shot peening processes and the mitigation of hydrogen embrittlement in AlSi10Mg alloys produced via Selective Laser Melting (SLM). Chapter one reviews process optimization techniques (e.g., Taguchi, Box-Behnken), additive manufacturing (AM) challenges like residual stress and porosity, and introduces hydrogen embrittlement mechanisms and testing methods. Chapters two and three focus on optimizing shot peening intensity using AI-based approaches validated by Almen tests and analyze real-world aviation failures, such as Bell 412EP and Piper PA-32R, to highlight hydrogen embrittlement's impact on component degradation. Chapters four and five explore the effects of strain rates and post-processing treatments, including shot peening and heat treatment, on mechanical performance, demonstrating significant improvements in fatigue resistance. Advanced strategies for mitigating hydrogen embrittlement are also proposed. The thesis concludes by emphasizing the societal benefits of enhanced material reliability and sustainability, suggesting future research into AI-assisted methods and real-time monitoring systems in manufacturing.

keywords Additive Manufacturing, Shot Peening, Hydrogen Embrittlement, AI Optimization, AlSi10Mg Alloy

öz et Bu tez, Seçici Lazer Ergitme (SLM) yöntemiyle üretilen AlSi10Mg alaşımlarında bilyalı dövme işlemlerinin optimizasyonunu ve hidrojen gevrekliğinin azaltılmasını araştırmaktadır. Birinci bölümde, süreç optimizasyon yöntemleri (ör. Taguchi, Box-Behnken), metal katkı üretimdeki (AM) sorunlar (artık gerilme, gözeneklilik) ve hidrojen gevrekliğinin mekanizmaları ile test yöntemleri ele alınmıştır. İkinci ve üçüncü bölümler, Almen testleriyle doğrulanan yapay zeka tabanlı yaklaşımlarla bilyalı dövme yoğunluğunun optimizasyonunu ve Bell 412EP ile Piper PA-32R gibi gerçek havacılık arızalarını inceleyerek hidrojen gevrekliğinin bileşenlerdeki etkilerini analiz etmektedir. Dördüncü ve beşinci bölümler, SLM ile üretilen AlSi10Mg alaşımlarının mekanik performansına, gerinim hızı ve işlem sonrası uygulamaların (bilyalı dövme, ısıl işlem) etkilerini değerlendirmiş ve yorulma direncinde önemli iyileşmeler göstermiştir. Ayrıca hidrojen gevrekliğini önlemek için ileri düzey stratejiler önerilmiştir. Tez, artırılmış malzeme güvenilirliği ve sürdürülebilirliğin toplumsal faydalarını vurgulamakta ve yapay zeka destekli yöntemler ile üretimde gerçek zamanlı izleme sistemleri üzerine gelecekteki araştırmaları önermektedir.

anahtar kelime Katmanlı Üretim, Bilyalı Dövme, Hidrojen Kırılabilirliği, Yapay Zeka Optimizasyonu, AlSi10Mg Alaşımı