

Enstitüsü : Lisansüstü Eğitim Enstitüsü
Dalı : İnşaat Mühendisliği
Programı : Yapı (İngilizce)
Tez Danışmanı : Dr. Öğr. Üyesi Erdal Coşkun
Tez Türü ve Tarihi : Yüksek lisans – Eylül 2025

KISA ÖZET

Çelik Kirişlerin Yapısal Tasarım Optimizasyonu: Random Forest ve Çok Kriterli Analiz Yaklaşımıyla

Omar Marshaha

Yapısal olarak verimli ve maliyet açısından etkili inşaatlara yönelik artan talep, mühendisleri yapısal elemanlar, özellikle de yüksek taşıma verimliliği sayesinde köprüler, binalar ve endüstriyel uygulamalarda yaygın olarak kullanılan I-kirişler için gelişmiş optimizasyon tekniklerini araştırmaya teşvik etmiştir. Bu tez, klasik mühendislik hesaplamaları ile Makine Öğrenmesi yöntemlerinden Random Forest algoritmasının entegrasyonunu içeren, basit mesnetli evrensel I-kirişlerin yapısal optimizasyonuna yönelik kapsamlı bir metodoloji önermektedir.

Birleşik Krallık'ta üretilmiş 96 evrensel I-kirişten oluşan bir veri seti analiz edilmiştir. Bu veri seti, kesit boyutları, metre başına kütle ve maliyet gibi temel parametreleri içermektedir. Her bir kiriş için, 10 metrelik açıklıkta üç noktalı yüklemeye senaryosu altında plastik moment kapasitesi ve sehim değerleri, yerleşik yapısal formüller kullanılarak hesaplanmıştır. Bu hesaplamalar, doğruluk ve tutarlılık sağlamak amacıyla hem Python hem de Excel ortamlarında doğrulanmıştır.

Plastik moment, sehim ve maliyeti entegre ederek kiriş performansını değerlendiren bir puanlama sistemi geliştirilmiş; bu sistem, kirişlerin nesnel olarak karşılaştırılmasına ve sıralanmasına olanak tanımıştır. Random Forest modeli, veri seti dışında kalan varsayımsal kiriş konfigürasyonları için plastik moment ve sehim tahminleri yapmak üzere eğitilmiş ve optimize edilmiş yeni tasarım seçenekleri üretmiştir.

Sonuçlar, bu bütünlük yaklaşımın yüksek performanslı kirişleri başarıyla tanımladığını ve geometri ile mekanik performans arasındaki doğrusal olmayan ilişkileri yakalayabildiğini göstermektedir. Geliştirilen metodoloji, mühendislerin verimli ve ekonomik yapısal çözümler arayışında kullanabileceği pratik bir karar destek aracı sunmaktadır.

Anahtar Sözcükler: Yapısal Optimizasyon, I-Kirişler, Plastik Moment, Kiriş Sehimleri, Rastgele Orman (Random Forest), Makine Öğrenimi, Maliyet Etkinliği, Veriye Dayalı Tasarım, Yapı Mühendisliği.

Bilim Dalı Sayısal Kodu:

University : İstanbul Kültür University
Institute : Institute of Graduate Studies
Department : Civil Engineering
Program : Structural Engineering
Supervisor : Assist. Prof. Dr. Erdal Coşkun
Degree Awarded and Date : MSc – September 2025

ABSTRACT

Structural Design Optimization of Steel Beams Using Random Forest and Multi-Criteria Analysis

Omar Marshaha

The increasing demand for structurally efficient and cost-effective construction has encouraged engineers to explore advanced optimization techniques for structural elements, particularly I-beams, which are widely used in bridges, buildings, and industrial applications due to their high load-bearing efficiency. This thesis proposes a comprehensive methodology for the structural optimization of simply supported universal I-beams by integrating classical engineering calculations with machine learning, specifically using the Random Forest algorithm.

A dataset of 96 universal I-beams manufactured in the UK is analyzed, containing essential parameters such as cross-sectional dimensions, mass per meter, and cost. For each beam, the plastic moment capacity and deflection under a 10-meter three-point loading scenario were computed using well-established structural formulas. These calculations were verified in both Python and Excel to ensure consistency and accuracy.

A scoring system was developed to evaluate beam performance by integrating plastic moment, deflection, and cost, allowing objective comparison and ranking. The Random Forest model was trained on the dataset to predict plastic moment and deflection for hypothetical beam configurations outside the original database, generating new, optimized design options.

Results demonstrate that this combined approach successfully identifies high-performing beams and captures the non-linear relationships between geometry and mechanical performance. The methodology offers a practical decision-support tool for engineers seeking efficient and economical structural solutions.

Key Words: Structural Optimization, I-Beams, Plastic Moment, Beam Deflection, Random Forest, Machine Learning, Cost Efficiency, Data-Driven Design, Structural Engineering

Science Code :