ÖZET

Kocaer, A.F. (2026). Hidroksi Apatit İçerikli Polikaprolakton Filament Yapılı Yapay Kemik Materyalinin Üretimi ve Biyouyumluluğunun Araştırılması. İstanbul Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Biyofizik ABD. Doktora Tezi. İstanbul.

Bu doktora tezi kapsamında, kemik doku mühendisliği uygulamaları için sürdürülebilir bir kalsiyum karbonat kaynağı olan atık yumurta kabuklarından yüksek saflıkta hidroksiapatit (HA) sentezlenmiş ve poli (ß-) kaprolakton (PCL) matrisli biyomimetik yapı iskeleleri geliştirilmiştir. Çalışmanın başlangıç aşamasında, ıslak kimyasal çöktürme yöntemiyle elde edilen HA' nın kristalinitesi, fonksiyonel grupları ve yüzey morfolojisi FTIR, XRD ve SEM analizleri ile biyofiziksel açıdan doğrulanmış, doğal kemik minerali ile stokiyometrik tam uyum (Ca/P = 1,67) sergilediği saptanmıştır.

Sentezlenen HA, PCL polimeri ile kompozit hale getirilerek Ergitmeli Yığma Modelleme (FDM) tabanlı 3B baskı sistemleri için özgün bir filament formuna dönüştürülmüştür. Üretim sürecinde; doluluk oranı (%10 - %100), baskı deseni (8 farklı), kabuk kalınlığı (0,2 – 0,4 - 0,6 mm) ve katman yönelimi gibi parametrelerin yapısal bütünlük, porozite ve mekanik cevaplar üzerindeki etkileri 741 farklı ürün üzerinden sistematik olarak modellenmiştir. Yapılan çekme testlerinde, özellikle Tri-Hexagon desen geometrisinin ve optimize edilmiş kabuk kalınlığının stresi üç eksenli dağıtarak malzemenin biyomekanik performansını radikal bir şekilde arttırdığı ve 61,5 MPa ile kortikal ve trabeküler kemik arasında ideal bir biyofiziksel köprü kurduğu gözlenmiştir.

In vitro biyoaktivite testlerinde, numunelerin Simüle Edilmiş Vücut Sıvısı (SBF) içindeki iyon difüzyonu ve yüzey mineralizasyonu incelenmiş; 8 haftalık periyot sonunda karnabahar benzeri apatit kristallerinin PCL matrisini tamamen maskelediği (masking effect) saptanmıştır. MTT analizleri ise HA takviyesinin hücre adezyonu ve proliferasyonu (MC3T3-E1) üzerinde sitotoksik bir etki barındırmaksızın destekleyici bir rol oynadığını doğrulamıştır. Tezin *in vivo* bölümünde, optimize edilen iskeleler fare kafatasındaki kritik boyutlu kemik defektlerine implante edilmiştir. Mikro - BT (micro-CT) görüntüleme ve hacimsel işleme analizleri, implant-kemik arayüzündeki dikey kemik köprüleşmesinin istatistiksel olarak anlamlı (P = 0,0059) bir rejenerasyon başarısı sergilediğini ortaya koymuştur.

Sonuç olarak bu çalışma; doğal kaynaklı HA' nın biyofiziksel optimizasyonu ve 3B baskı parametrelerinin bilimsel olarak modellenmesi sayesinde, kişiye özel implant tasarımında yük aktarım mekanizmalarına, doku yenilenmesine, iyileşmeye ve yeni nesil yapay kemik iskelelerinin geliştirilmesine bütüncül bir katkı sunmaktadır.

Anahtar Kelimeler: Biyofizik, Kemik ve Kemikler, Biyopolimerler