

KALSİYUM SİLİKAT-ESASLI SİMANLARIN FARKLI PH DEĞERLERİNDEKİ ÇÖZÜNÜRLÜK VE SU EMME ÖZELLİKLERİNİN İNCELENMESİ



STJ. DT. SUDE AZRA GÜLTEKİN, STJ. DT. AYŞE NUR ÖNDER, STJ. DT. ONUR BAŞAK, STJ. DT. HASAN MERT GENÇ, STJ. DT. AYŞENUR AVCU, STJ. DT. NİSA ÖZER, UZM. DT. DAMLA AKKAYA
DR. ÖĞR. ÜYESİ TUĞBA KOŞAR
KARADENİZ TEKNİK ÜNİVERSİTESİ, DIŞ HEKİMLİĞİ FAKÜLTESİ, TRABZON, TÜRKİYE
USEC 0012 KARIYER PLANLAMA UYGULAMA DERSİ, 05 HAZİRAN 2026

AMAÇ

Bu *in vitro* çalışmanın amacı, farklı formülasyonlara sahip iki kalsiyum silikat- esaslı simanın (Biodentine ve Bio-C Repair) farklı pH koşullarındaki (pH 5, pH 7 ve pH 12) çözünürlük ve su emme özelliklerinin karşılaştırmalı olarak incelenmesidir. Çalışmanın özgün değeri, güncel biyoseramik materyallerin farklı pH koşullarındaki zamana bağlı çözünürlük ve su emme davranışlarını birlikte inceleyerek, klinik materyal seçimine bilimsel temelli bir projeksiyon sunmasıdır.

YÖNTEM

Bu çalışma, insan veya hayvan kaynaklı herhangi bir biyolojik doku içermeyen bir *in vitro* materyal çalışması olduğundan etik kurul onayı gerekmemektedir. Çalışma, Karadeniz Teknik Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Koordinasyon Birimi tarafından (*Lisans Öğrenci Projesi-BAP09*) TLÖ-2026-17861 kodlu proje kapsamında desteklenmektedir.

Örneklem büyüklüğü G*Power 3.1.9.7 programı kullanılarak belirlenmiştir. Etki büyüklüğü $f = 0.25$, anlamlılık düzeyi $\alpha = 0.05$ ve istatistiksel güç $(1-\beta) = 0.80$ olarak kabul edilmiştir. İki materyal ve üç pH seviyesinden oluşan her grup için (toplam 6 grup) minimum örnek sayısının $n = 9$ olması gerektiği belirlenmiştir. Bu doğrultuda toplam örneklem büyüklüğü en az 54 olacak şekilde planlanmıştır.

Bu çalışmada iki farklı kalsiyum silikat- esaslı materyal kullanıldı: Biodentine (toz- likit sistem) ve Bio-C Repair (premix sistem) (Resim 1 ve 2).

Materyaller üretici talimatlarına uygun olarak hazırlandı ve iç çapı 8.0 ± 0.1 mm ve yüksekliği 1.6 ± 0.1 mm olan teflon kalıplara yerleştirildi. Homojen yüzey elde etmek amacıyla örneklerin üzerine selofan film kaplandı ve cam plaka ile hafif basınç uygulandı. Hazırlanan örnekler, üretici firmaların önerdiği sertleşme süresinin %50 fazlası kadar süreyle 37°C 'de ve %95 bağıl nemde bekletildi. Sertleşme tamamlandıktan sonra örnekler kalıplardan çıkarıldı ve yüzey düzensizlikleri 600 grit silikon zımpara ile giderildi (Resim 3 ve 4).

Daha sonra her bir örnek analitik hassas terazide üç kez tartılarak ortalama başlangıç kütleleri (IM) kaydedildi (Resim 5).

Örnekler üç farklı pH ortamında değerlendirildi: PBS (pH 5,0 – asidik ortam) PBS (pH 7,0 – nötr ortam) PBS (pH 12,0 – bazik ortam) (Resim 6).

Her örnek, 7.5 mL tampon çözelti içeren kapalı plastik şişelere ayrı ayrı yerleştirilerek (Resim 7) 37°C 'de inkübe edildi. 24 saat sonunda örnekler çözüldü ve distile su ile yıkandı, yüzey nemi absorbent kâğıt ile uzaklaştırıldı ve doymuş kütleleri (SM) ölçüldü. Ardından örnekler 24 saat süreyle desikatörde bekletilerek tamamen kurutuldu ve nihai kütleleri (FM) kaydedildi (Resim 8).

Su emme ve çözünürlük değerleri aşağıdaki formüller kullanılarak hesaplandı.

$$\text{Su emme (WS)} = \left[\frac{\text{SM} - \text{FM}}{\text{IM}} \right] \times 100$$

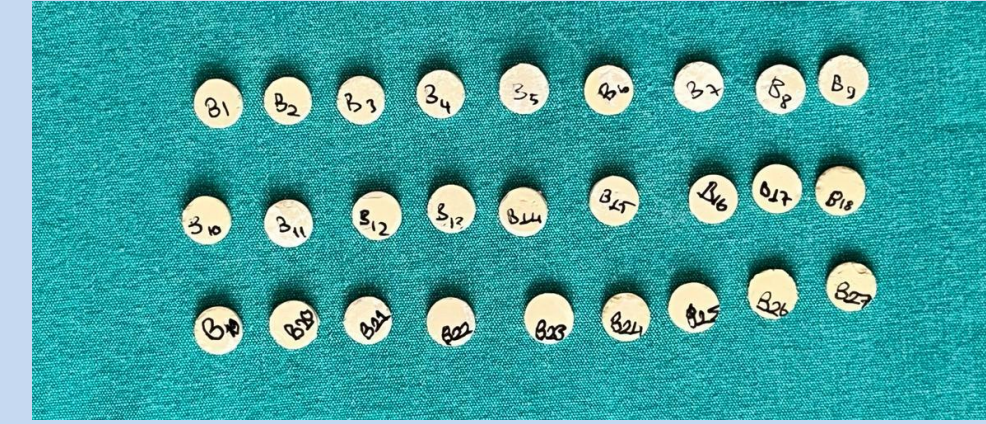
$$\text{Çözünürlük (S)} = \left[\frac{\text{IM} - \text{FM}}{\text{IM}} \right] \times 100$$



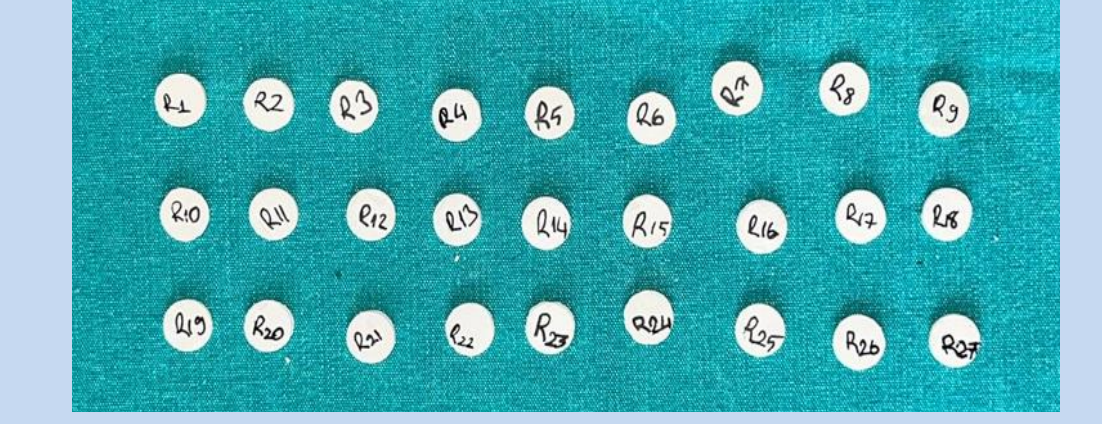
Resim-1. Biodentine



Resim-2. Bio-C Repair



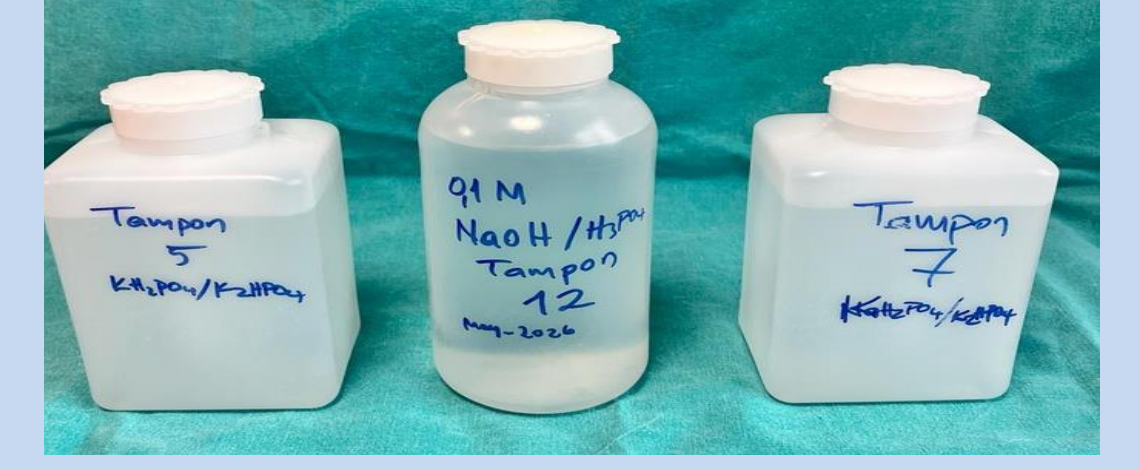
Resim-3. Biodentine örnekleri



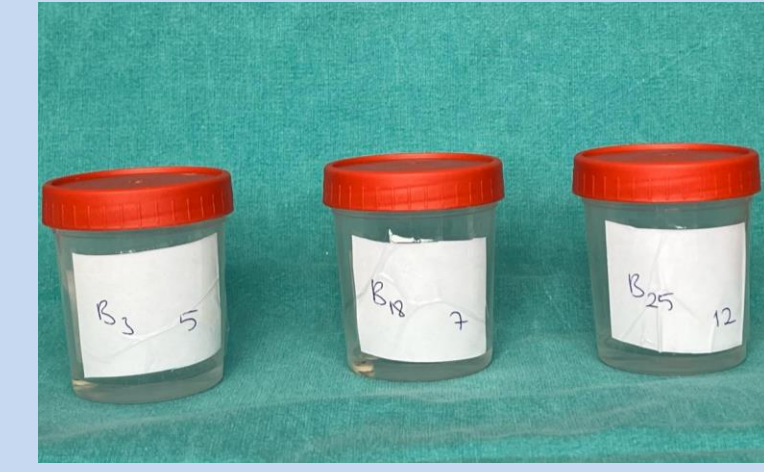
Resim-4. Bio-C Repair örnekleri



Resim-5. Örneklerin hassas terazide tartılması



Resim-6. Solüsyonlar (pH- 5/7/12)



Resim-7. Örneklerin solüsyonlara yerleştirilmesi



Resim-8. Örneklerin desikatörde bekletilmesi

İstatistiksel Analiz

İstatistiksel analizler SPSS (v23.0; IBM Corp., Armonk, NY, USA) programıyla yapılmıştır. Verilerin normal dağılımı Shapiro-Wilk, varyans homojenliği Levene testiyle doğrulanmıştır. Parametrik varsayımların sağlanmasıyla; materyal tipi (Biodentine, Bio-C Repair) ve pH seviyesinin (5, 7, 12) su emilimi (%WS) ile çözünürlük (%S) üzerindeki etkileri ve ortak etkileşimleri İki Yönlü ANOVA ile analiz edilmiştir. Alt grup karşılaştırmalarında Tukey Post-Hoc testi kullanılmıştır. Veriler ortalama \pm standart sapma olarak sunulmuş ve anlamlılık sınırı $p < 0.05$ kabul edilmiştir.

BULGULAR

Su Emilimi (WS): Materyal tipinin su emilimi üzerindeki ana etkisi ileri düzeyde anlamlı bulunmuş $p < 0.001$; Bio-C Repair tüm pH ortamlarında Biodentine'e kıyasla daha yüksek WS değerleri sergilemiştir. pH'in ana etkisi anlamlı değilken ($p = 0.362$), Materyal \times pH etkileşimi anlamlı saptanmıştır ($p = 0.033$). Post-hoc analizlerine göre, Biodentine grubunda pH 12 ortamı pH 5'e kıyasla su emilimini anlamlı derecede düşürmüştür ($p = 0.041$). Bio-C Repair grubunda ise pH seviyeleri arasında anlamlı bir fark bulunmamıştır ($p > 0.05$, Tablo 1).

Çözünürlük (S): İki yönlü ANOVA, hem materyal tipinin ($p < 0.001$) hem de pH seviyesinin ($p = 0.001$) çözünürlük üzerinde anlamlı ana etkilere sahip olduğunu ve güçlü bir Materyal \times pH etkileşimi bulunduğunu ($p < 0.001$) göstermiştir. Biodentine grubunda pH 5 asidik ortamı, pH 7 ve pH 12 ortamlarına kıyasla anlamlı derecede daha yüksek bir kütle artışı (negatif çözünürlük) ile sonuçlanmıştır ($p < 0.001$). Buna karşın pH değişimleri, tüm pH seviyelerinde kararlı bir kütle artışı trendi sürdüren Bio-C Repair'ın çözünürlük davranışını etkilememiştir ($p > 0.05$, Tablo 2).

Materyal	pH Seviyesi	Su Emilimi (%WS)
Biodentine	pH 5	2.79 ± 1.4^a
Biodentine	pH 7	2.12 ± 2.50^{ab}
Biodentine	pH 12	0.91 ± 0.15^b
Bio-C Repair	pH 5	11.53 ± 1.13^A
Bio-C Repair	pH 7	10.74 ± 1.25^A
Bio-C Repair	pH 12	12.46 ± 1.05^A

Materyal	pH Seviyesi	Çözünürlük (%S)
Biodentine	pH 5	-1.59 ± 0.43^x
Biodentine	pH 7	0.57 ± 1.62^y
Biodentine	pH 12	0.72 ± 0.08^y
Bio-C Repair	pH 5	-0.60 ± 1.25^D
Bio-C Repair	pH 7	-0.71 ± 0.44^D
Bio-C Repair	pH 12	-1.01 ± 0.88^D

SONUÇ

Bu çalışmada, materyal tipi su emme ve çözünürlük davranışları üzerinde belirleyici bir faktör olarak bulunmuştur. Bio-C Repair, tüm pH seviyelerinde Biodentine'e kıyasla daha yüksek su emme değerleri göstermiştir. pH değişimlerinin Biodentine'in fiziksel özelliklerini etkilediği, özellikle bazik ortamda su emiliminin anlamlı düzeyde azaldığı belirlenirken, Bio-C Repair'ın farklı pH koşullarında daha stabil bir davranış sergilediği gözlemlenmiştir. Her iki materyalde de negatif çözünürlük değerlerinin elde edilmesi, kalsiyum silikat- esaslı simanların PBS ortamında biyoaktif mineral çökeltileri oluşturarak net kütle artışı gösterdiğini ortaya koymuştur. Sonuç olarak, Bio-C Repair farklı pH koşullarında daha kararlı bir performans sergilerken, her iki materyalin de biyoaktif özelliklerini koruduğu ve ortam pH'sının özellikle Biodentine'in fiziksel davranışları üzerinde etkili olduğu sonucuna varılmıştır. Bu nedenle, kalsiyum silikat- esaslı materyallerin seçiminde, çevresel pH değişiklikleri dikkate alınmalıdır.