

Kirli Manyezit Cevherlerinden CaCO₃ Geri Dönüşümü İçin Aktif Bir Fungus

Mehmet KARADAYI¹ Medine GÜLLÜCE¹ Selma SEZEN² Selin DOĞAN³

¹Atatürk Üniversitesi Fen Fakültesi Biyoloji Bölümü, Erzurum

²Atatürk Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Erzurum

³Atatürk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Erzurum

*Sorumlu Yazar

E-posta: selma-sezen@hotmail.com

Geliş Tarihi: 27 Mayıs 2017

Kabul Tarihi: 08 Ağustos 2017

Özet

Kapalı formülü CaCO₃ olan kireç taşı doğada kayalar, deniz kabuğu, yumurta gibi organik ve inorganik oluşumlarda bulunmaktadır. Antiasit özellik gösteren kalsiyum karbonatın ortamda çok miktarda bulunması organizmalar üzerinde olumsuz etki oluşturabilmektedir. Ayrıca önemli bir maden olan manyezit madenlerinde çok miktarda bulunması madenin işlenebilmesini önlemekte ve CaCO₃ uzaklaştırılması sürecinde işleme maliyetini arttırmaktadır. Ortamda fazla kalsiyum karbonat olmasının zararlı etkilerinin yanı sıra bu bileşik endüstriyel olarak da oldukça kıymetlidir. İlaç sanayinde, mermer, kireç taşı ve tebeşir gibi farklı malzemelerin üretiminde, boya malzemeleri üretiminde, PVC üretiminde ve tıpta kandaki fosfatlı bileşiklerin dengelenmesinde kullanılmaktadır. Bu çalışmada, Afşin-Elbistan linyit madeninden izole edilmiş, kalsiyum türevi bileşikler metabolize eden ve toplayan fungal izolat SZN22'nin kirli manyezit cevherlerinden CaCO₃ geri kazanım potansiyelinin belirlenmesi ve bu bilginin sanayiye kazandırılması amaçlanmıştır. Bu amaçla manyezit numuneleri kontrollü koşullar altında SZN22 ile işlenmiş ve daha sonra fungal izolatın CaCO₃ çözme potansiyeli değerlendirilmiştir. Bu izolat aktivitesi belirlendikten sonra, konvansiyonel ve moleküler teknikler kullanılarak karakterize edilmiş ve *Penicillium* sp. olarak tanımlanmıştır. Sonuç olarak, mantar izolatı *Penicillium* sp. SZN22'nin kirli manyezit cevherlerinde CaCO₃ türevlerini çözebildiği ve yeni CaCO₃ geri dönüşüm teknolojilerinin geliştirilmesi için kullanılabileceği gösterilmiştir.

Anahtar Kelime: Geri dönüşüm, Kalsiyum karbonat, *Penicillium*.

An Active Fungus for CaCO₃ Recycling from Polluted Magnesite Ore

Abstract

Limestone, a compound with a molecular formula of CaCO₃, is naturally found in organic and inorganic materials such as sediments, seashells and eggshell. High concentrations of calcium carbonate may cause detrimental effects on living organisms owing to antacid property of CaCO₃. Moreover, high amount of CaCO₃ in magnesite ores, an important material with economic value, obstructs processing of the ore and its removal increases the processing prices. Though hazardous potentials of high concentrations of calcium carbonate, it has an industrial importance. It is used in pharmaceutical industry, production of various materials such as marbles, limestones, chalks, paints and PVC. It is also used in medicine to balance phosphate derivatives in blood. In the present study, determination of potential of CaCO₃ recycling from polluted magnesite ores of fungal isolate SZN22, which is isolated from Afşin-Elbistan lignite mine and metabolizes calcium derived compounds, and bringing in this knowledge to the industry was aimed. For this aim, the magnesite samples were treated with SZN22 under controlled conditions. Then CaCO₃ solving potential of the fungal isolate was assessed. After its activity was proven, it is identified and characterized by using conventional and molecular techniques. According to the results, it is identified as *Penicillium* sp. In conclusion, it is revealed that the fungal isolate *Penicillium* sp. SZN22 can solve CaCO₃ derivatives in polluted magnesite ores and it can be used for development of new CaCO₃ recycling technologies.

Keywords: Calcium carbonate, Recycling, *Penicillium*.

GİRİŞ

Sanayi devriminin etkileri ve hızla artan dünya nüfusuna paralel olarak ülkelerin ham madde gereksinimleri de dikkate değer ölçüde artış göstermiştir. Mevcut talep içerisinde saf magnezyum ve bunun çeşitli bileşikler özellikle günümüz teknolojilerindeki kritik rollerinden dolayı dikkat çeken gruplar içerisinde yer alır. Bununla birlikte bu bileşiklerin elde edilmesi, magnezyum içeren bileşiklerin oksijene yüksek ilgi göstermesi ve bunun bir sonucu olarak doğada saf halde bulunmamasından dolayı her zaman kolay ve ekonomik değildir [1].

Manyezit, doğal magnezyum oluşumları içerisinde en bilindik ve ekonomik değere sahip olan bileşikler arasında en ön sıralarda yer alır. Magnezyum karbonat minerali olarak da isimlendirilen manyezit, yapısındaki magnezyumun ham madde olarak kullanılabilmesi için mümkün olan en saf haliyle elde edilmelidir. Dünya geneline bakıldığında üretilen manyezitin %90'ın dan fazlasının kostik kalsine ve sinter manyezite dönüştürülerek bazik refrakter endüstrisinde, özellikle tuğla yapımında kullanıldığı görülmektedir. Geriye kalan yaklaşık %10'luk kısmın ise magnezyum tuzlarının ve bazı ilaçların üretiminde ya da kağıt, şeker, çimento gibi

çeşitli sanayi kollarında çok farklı uygulama alanlarında kullanıldığı bilinmektedir [2]. Bu bileşiğin yapısında yaklaşık olarak %47,7 MgO ve %52,3 CO₂ bulunur. Yine yapısında eser miktarda Fe₂O₃ bileşiğine de rastlanmaktadır. Ayrıca demir, kalsiyum, mangan ve alüminyum elementlerinin çeşitli bileşenleri de zaman zaman manyezitin çeşitli uygulamalarda kullanımını sınırlayıcı etmenler olarak da cevherin yapısına katılabilmektedir [3-4-5].

Cevherin yapısında bulunan CaCO₃, Fe₂O₃ ve SiO₂ gibi kirlenici nitelik taşıyan gang bileşiklerinin ortamdan uzaklaştırılması manyezitin kullanım potansiyelini arttırmaktadır ayrıca manyezit için kirlenici olan ancak sanayi de değerli kullanım alanlarına sahip CaCO₃, Fe₂O₃ ve SiO₂ 'in manyezitten uzaklaştırıldıktan sonra tekrar kullanılabilir forma dönüştürülmesi ekonomik olarak oldukça önemlidir [1-6]. Fe₂O₃ demir çelik sanayinde kullanılırken, SiO₂ cam malzeme üretiminde kullanılmaktadır [7].

CaCO₃ halk arasında kireç taşı olarak bilinen, endüstriyel mineral olarak geniş kullanım alanına sahip bir tür kimyasal bileşiktir. Demir cevheri peletleme tesislerinde, çelik tesislerinde, toz kömürden kükürt uzaklaştırma işlemlerinde, kalsiyum silikat tuğla üretiminde, Baca gazı arıtmasında, cam sanayinde, evsel atık su arıtma tesislerinde ve petrokimya endüstrisinde kalsiyum karbonat oldukça değerlidir [8]. Kalsiyum karbonatın doğada bulunduğu kayaçlar içinde ise en yoğun bilinenleri, aragonit, kalsit, vaterit, tebeşir, kireç taşı, mermer, traverten ve manyezittir [9-10].

Manyezit cevherinin kirlenicilerinden uzaklaştırılması amacıyla yapılan çalışmalar manyezitin zenginleştirilmesi olarak adlandırılmaktadır. Literatür verileri ve endüstriyel uygulamalara bakıldığında tüm madenlerin zenginleştirilmesinde olduğu gibi manyezit zenginleştirilmesinde de birçok farklı fiziksel ve kimyasal yöntemin yaygın bir şekilde kullanılmaktadır. Bu yöntemlerin en çok kullanılanlarına el ile ayıklama, manyetik ayırma, ağır ortam, elektrostatik ayırma, flotasyon, optik yöntemlerle zenginleştirme, hidrotasyon, gravite ve kalsinasyon gibi zenginleştirme yöntemleridir [11]. Bunların dışında son yıllarda fiziksel ve kimyasal yöntemlerin aksine ekonomik ve çevreci bir yaklaşım olarak mikrobiyal zenginleştirme teknikleri de manyezit başta olmak üzere maden zenginleştirmede kullanılmaya başlanmıştır. Bu çalışmada kalsiyum türevi bileşikler metabolize ettiği ve topladığı bilinen Afşin-Elbistan linyit madeninden izole edilmiş, SZN 22 kodlu fungal izolata kirli manyezit cevherlerinden CaCO₃ 'ın geri kazanım potansiyeli incelenmiştir.

MATERYAL VE YÖNTEM

Fungal izolasyon çalışmaları ve saf kültürlerin elde edilmesi

Afşin-Elbistan Linyit maden sahasından linyit örnekleri alınmış, steril numune kaplarında saklanarak Erzurum Atatürk Üniversitesi Biyoloji Bölümü, Moleküler Biyoloji Laboratuvarına getirilerek mikrobiyal izolasyon çalışması yapılncaya kadar buzdolabında +4°C'de muhafaza edilmiştir. İzolasyon için linyit örnekleri 1 gr'lık küçük parçalara ayrılmış, 9 ml steril %0,9'luk fizyolojik su içerisinde yaklaşık 1-2 saat çalkalanarak homojenize edilmiş ve bir seri dilüsyon hazırlanmıştır. Bu dilüsyonların her birinden iki paralel olmak üzere, flora mikroorganizmaların izolasyonu için, PDA besiyerine yayma ekim yapılarak, 28°C'de bir hafta süreyle etüvde inkübasyona bırakılmıştır.

Stok kültürlerin hazırlanması ve saklanması

PDA veya SDA yatık agar besiyerinde geliştirilmiş olan saf kültürler parafilm ile kaplanarak +4°C'de karanlıkta saklanmış ve her altı ayda bir yeni besiyerlerine ekilerek stokların devamı sağlanmıştır.

Fungal İzolatların CaCO₃ Çözünürlüklerinin Belirlenmesi

Elde edilen izolatların saf kültür ve stokları oluşturulduktan sonra kalsiyum türevi bileşikler metabolize eden ve toplayan izolatların belirlenmesi amacıyla YDC-agar besiyerine ekilerek iki hafta süresince inkübasyona bırakılmış ve besiyerinde şeffaflaşan zon oluşumu gözlemlenmiştir [12].

Fungal İzolatların MgCO₃ Çözünürlüklerinin Belirlenmesi

CaCO₃ çözünürlüğü belirlenen örnekler daha sonra MgCO₃ çözünürlüklerinin belirlenmesi amacıyla MgCO₃-agar besiyerine ekilerek iki hafta süresince inkübasyona bırakılmış ve besiyerinde şeffaflaşan zon oluşumu gözlemlenmiştir [13].

Aktif Fungal İzolatların Tanılanması

CaCO₃ çözünürlüğü pozitif ancak MgCO₃ çözünürlüğü negatif olan fungal izolatların tanılanmasında hem klasik mikroskopik incelemelerden hem de moleküler tekniklerden yararlanılmıştır. Klasik mikroskopik incelemelerin temelini Hasenekoğlu (1991) tarafından tanımlanan kriterler ve gözlemler oluşturmuştur.

Aktif fungal izolatların moleküler tekniklerle tanılanmasında ise ITS gen bölgelerinin sekans benzerliklerinin kıyaslanması temeli kullanılmıştır. Burada sırası ile fungal izolatların genomik DNA'ları izole edilmiş, bu DNA'lardaki ITS bölgeleri içerisindeki belirli bölgeler spesifik primerlerin kullanılmasıyla PCR reaksiyonu sonucunda çoğaltılmış, PCR ürünlerinin sekans analizleri yaptırılmış ve elde edilen dizilerin NCBI'nın uluslararası veri bankasındaki bilgilerle kıyaslanması sonucunda moleküler tanılama yapılmıştır.

Fungal İzolatlardan Genomik DNA İzolasyonu

CaCO₃ çözünürlüğü pozitif ancak MgCO₃ çözünürlüğü negatif olan fungal izolatların genomik DNA izolasyonu için Alaylar (2014)'dan uyarlanan protokoller kullanılmıştır. Çalışmamızda kullanılan DNA izolasyonu protokolünün aşamaları aşağıda verildiği şekilde gerçekleştirilmiştir [14].

1. SDB besiyerinde 28°C'de 48 saat geliştirilen genç kültürler 10 dakika +4°C'de 18.000 rpm'de sentrifüjlendi.
2. Üst faz döküldü ve geride kalan pelet üzerine sıvı azot dökülerek havan yardımıyla iyice ezildi.
3. Toz haline gelmiş pelet steril bir eppendorf tüpüne aktarıldı. Üzerine 0,3 g steril cam boncuk (glass bead) ve 200 µl lizis tamponu eklendi.
4. Oluşan karışım maksimum hızda en az 2 dakika vortekslenerek iyice karıştırıldı.
5. Üzerine 200 µl fenol:kloroform:izooamil alkol (25:24:1) karışımı ilave edildi ve numune tüpleri 5-10 kez alt-üst edilerek iyice karıştırıldı.
6. 200 µl TE eklendi ve tekrar maksimum hızda en az 2 dakika vortekslendi.

7. Tüp +4°C'de 10 dakika 16.000 rpm'de santifürüjlendi.

8. Santifürüjleme işleminin ardından 400 µl'lik süpernatant kısmı yeni bir 2 ml'lik steril tüpe aktarıldı.

9. Üzerine 1000 µl % 99,5'lik saf alkol eklendi ve tüpler birkaç kez alt-üst edilerek karıştırıldı.

10. Yeniden +4°C'de 10 dakika 16.000 rpm'de santifürüj işlemi yapıldı.

11. Santifürüj işleminden sonra pelet kısmı kalacak şekilde sıvı faz uzaklaştırıldı ve 5 dakika kurutma kağıdı üzerinde süzme işlemi yapıldı.

12. Peletlerin üzerine 300 µl Nuclei Lysis solüsyonu (Promega) eklenerek 1-2 kez altüst edildi

13. Daha sonra 100 µl Protein Precipitation solüsyonu (Promega) eklendi ve oluşan karışım önce 1-2 kez alt-üst edildi ve daha sonra 1-2 dakika vortekslendi.

14. Örnekler 5 dakika -20°C'de veya buz üzerinde bekletilir ve +4°C'de 16.000 rpm'de 6 dakika santifürüjlendi.

15. Santifürüj işleminden sonra süpernatant kısmından 350 µl alındı ve yeni bir steril tüpe aktarıldı.

16. Üzerine -20°C sıcaklığındaki izopropanolden 300 µl eklendi, tüpler 5-10 kez alt-üst edilir ve daha sonra +4°C'de 16.000 rpm'de 6 dakika santifürüjlenir.

17. Üst faz dikkatli bir şekilde uzaklaştırıldıktan sonra kalan pelet kurutma kağıdının üzerinde süzülmenin sağlanması amacıyla 1 dakika bekletildi.

18. Peletin üzerine -20°C sıcaklığındaki %70'lik etanolden 300 µl eklendi ve karışım +4°C'de 16.000 rpm'de 6 dakika santifürüj edildi.

19. Üst faz ortamdan uzaklaştırıldı ve kalan alkolün tamamen uçması için örnekler 37°C'lik etüvde 90 dakika veya 40°C'lik etüvde 60 dakika ağızları açık kalacak şekilde bekletildi.

20. Daha sonra örneklerin üzerine DNA Rehydration solüsyonundan (Promega) 50 µl eklendi.

21. Karışıma 1,5 µl RNase A solüsyonu (Promega) eklendi ve ardından örnekler 37°C'de 15 dakika inkübe edildi.

22. Bu sürenin ardından örnekler 65°C'lik etüvde 1 saat daha bekletildikten sonra PCR çalışmaları gerçekleştirilene kadar +4°C'de karanlıkta saklandı.

ITS PCR Programı:

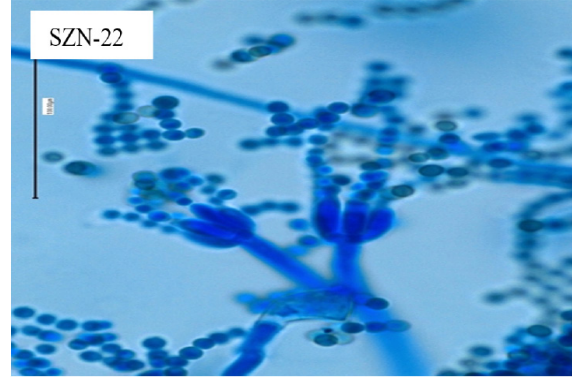
Hazırlanan örnekler, 3 dakika 94°C'de ilk denatürasyon, bunu takiben 40 döngü olacak şekilde 94°C'de 1 dakika denatürasyon, 55°C'de 1 dakika bağlanma ve 72°C'de 1,5 dakika uzama basamakları ve son olarak 72°C'de 7 dakika uzama basamağının ardından oluşacak şekilde programlanan PCR cihazına yerleştirildi. Seçilen programda hedef bölgelerin çoğaltılması yapıldı [5].

ITS PCR ürünlerinin elektroforezi ve görüntülenmesi: 1 g agaroz üzerine 100 ml 0,5X TBE tamponu ilave edildi. Karışım mikrodalga fırında iyice çözününceye kadar kaynatıldı. 50°C'ye kadar soğutulan agaroz jel çözeltisine 0,6 µl etidyum bromür çözeltisi eklendi ve içerisine tarak yerleştirilmiş olan elektroforez tankına döküldü. 15-20 dakika beklenerek jelin donması sağlandı. Donan jelden taraklar dikkatlice çıkarıldı ve içerisinde 0,5X TBE tamponu bulunan elektroforez tankının içine yerleştirildi. Jeldeki ilk çukura, DNA markırından [50-100-200-300-400-500-750-1000-1400-1500-2000-3000-4000-6000-8000-10000 bp] (Sigma D7058) 10 µl yüklendi. Jeldeki diğer çukurlara ise

her bir örnek için 2 µl 6X yükleme tamponu ve 8 µl genomik DNA çözeltisi karıştırılarak yüklendi. Elektroforez jel düzeneği 90 volta ayarlanarak örnekler 90 dakika yürütüldü. Yürütme işleminden sonra jel, jel dökümantasyon sistemi ile görüntüldü ve sonuçlar bilgisayar ortamında (DNR BioImaging Systems Software) analiz edildi.

Sekans Analizi ve Sonuçların Değerlendirilmesi

ITS PCR uygulamasıyla çoğaltılan spesifik DNA fragmentlerinin sekans analizleri MACROGEN firmasından hizmet alımı yoluyla yaptırılmıştır. Daha sonra elde edilen bu sekans verilerinin NCBI veri tabanında analizleri sonucunda izolatların moleküler tanı işlemleri tamamlanmıştır.

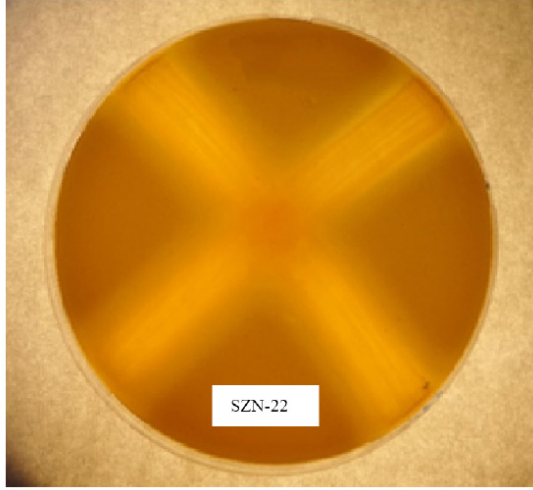


BULGULAR VE TARTIŞMA

Manyezitin zenginleştirilmesine yönelik yapılması öngörülen çalışmalar özellikle, cevherin yapısında bulunan CaCO_3 , Fe_2O_3 ve SiO_2 gibi kirletici nitelik taşıyan gang bileşiklerin ortamdan uzaklaştırılmasını hedeflemektedir [15]. Bu amaçla birçok fiziksel ve kimyasal yöntem yaygın bir şekilde kullanılmaktadır. Manyezit zenginleştirme yöntemlerine ek olarak bu çalışmada önemli bir manyezit kirleticisi olan CaCO_3 'ün mikrobiyal dönüşümü ele alınmıştır.

Linyit bitki ve hayvan kalıntılarının ısı, basınç ve mikrobiyolojik aktiviteler etkisiyle oluştuğu tortul bir kayadır. Başlıca bileşenleri karbon, oksijeni, hidrojen, inorganik maddeler ve elementler olan linyit kömürü mikrobiyal aktivitenin ve oluşumun henüz tamamlanmadığı kömür çeşididir. Linyit madenleri organik ve inorganik kütleleri metabolize edebilme potansiyeline sahip mikroorganizmalar için oldukça zengin bir kaynak oluşturmaktadır [16]. Bu yüzden yapısında kalsiyumlu bileşiklerin bulunması ve oluşumunda mikroorganizmaların aktif rol oynaması sebebiyle linyit madeninden elde edilen izolatların bu çalışmada iyi sonuçlar vereceği öngörülmüştür.

Çalışmada Afyon-Elbistan linyit madeninden izole edilen ve aktif olduğu belirlenen SZN 22 kodlu fungus kullanılmıştır. CaCO_3 ve MgCO_3 içeren besi ortamlarında geliştirilen örnekler arasından CaCO_3 çözünürlüğü fazla olmasına karşın MgCO_3 içeren besi ortamında çözünürlük göstermediği belirlenen SZN 22 kodlu fungus konvansiyonel ve moleküler teknikler kullanılarak karakterize edilmiş ve *Penicillium sp.* olarak tanımlanmıştır.



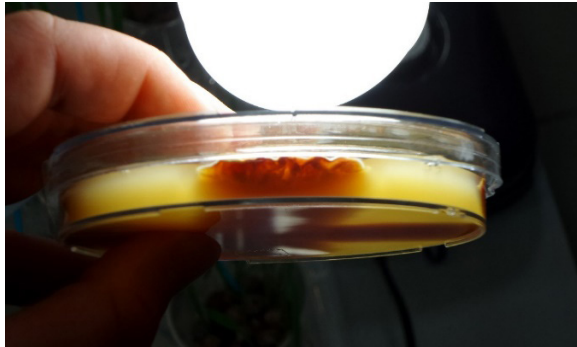
SZN 22 Kodlu izolatın 18S rRNA Geninin Baz Sırası
Baz Sayısı: 873
Baz İçeriği: 161
A 243 C 245 G 220 T
Gen Bankası No: KT221873.1

```

1  TATCATACCT AGTTGCTTCG GCGGGCCCGC CGTCATGGCC GCCGGGGGGC ACCGCCCCCC
61  GGGCCCCGCG CCGCCGAAGA CCCCCCTGAA CGCTGTCTGA AGATTGCAGT CTGAGCGATT
121 AGCTAAATCA GTTAAACTTT TCAACAACGG ATCTCTTGGT TCCGGCATCG ATGAAGAACG
181 CAGCGAAATG CGATAAGTAA TGTGAATTGC AGAATTCAGT GAATCATCGA GCTTTTGAAC
241 GCACATTGCG CCCCCGTGTA TTCCGGGGGG CATGCCCTGC CGAGCGTCAT TGCTGCCCTC
301 AAGCACGGCT TGTGTGTTGG GCGCCGCCCG CCGGCTCCTG GGGGCGGGGC TAAAGTGAT
361 CCGGGGCGAC TCGGGGGGCC CTCGAGCGTA TGGGTGTTGT GTTCTTTTTC CGTAGGCCCG
421 TGTTCCTCCG GCGTGTGACA ATCCTAAGTT TTTTTAGGTT GTTTGAGACC ATTTTGTGTT
481 AGGGGGCTTC GCAGGTCTTC CTTACTGAAG GATCATATAC CGAGTGAGGG CCTCTGGGT
541 CCAACCTCCA CCCNTGTTTA TCATACCTGT TGCTTCGGCG GGCCCGCCTT CATGGCCGCG
601 GGGGGCACCG CTCGCTGGCG CCGCCGAAG ACCCCTGAA CGCTGTCTGA AGATTGCATT
661 CTGAGCGATT AGCTAATCAG TTAACACTTT CAACAACGGA TCTTNGGTTT CGGTCTTCA
721 TAAAGCACN AATGCGATAG TAATGTGAAT TGCATAATCA TGAATCATCA GTCTTTGAAG
781 TCAATTGGCG TCGGGTATTC TGGGGGGGCA TGCTGTTTCA GTCATTGCT GCCTTACACA
841 CAGCTCGTGT GTGTGTGTTG GGGGCCCGCT CCC

```

Penicillium cinsine ait türler penisilin antibiyotiklerinin keşfinden sonra birçok çalışmaya konu olmuştur. *Penicillium* türleri Mn-peroksidaz, esteraz, fenoloksidazve diğer oksidaz enzimlerine sahip olması ve bu enzimlerin yüksek aktivite göstermesi nedeniyle maden zenginleştirme çalışmaları, kimyasal ve boyar maddelerin degradasyonunda ve biyoremediasyon çalışmalarında sıklıkla kullanılmaktadır [17-18]. Literatür verileri incelendiğinde *Penicillium* türlerine ait örneklerin toz ve taşlanmış formdaki CaCO_3 'ü çözebildikleri, olumsuz çevre koşullarına ve kirleticilere karşı toleranslı olmaları sebebiyle saha uygulamalarında kullanılabildikleri dikkat çekmektedir [19-20].



Maden zenginleştirme, bioremediasyon ve biyodegradasyon uygulamalarında fungusların bakterilerden daha iyi sonuç verdiği bilinmektedir. Bu organizmaların

çevre koşullarına daha dayanıklı olmaları ve ekstraselüler enzimlere sahip olmaları bunun en önemli sebeplerindendir [5-21].

SONUÇ ve ÖNERİLER

Endüstride çeşitli kullanım alanlarına sahip bir kimyasal olan CaCO_3 manyezit gibi cevherlerin yapısında kirlenici olarak bulunabilse de geri kazanımı ve kullanımı ekonomik olarak değerlidir. CaCO_3 'ün manyezit cevherinden geri kazanımı hem manyezit hem de CaCO_3 'ün etkin kullanımı açısından çift yönlü yarar sağlayacaktır. CaCO_3 'ün geri kazanımı konusunda yapılan çalışmalar mikroorganizmaların bu konuda başarılı olduğunu göstermiştir. Mevcut çalışmamızdan elde edilen bulgular da literatür verilerini destekler niteliktedir. Yeni teknik ve teknolojilerin geliştirilmesinde *Penicillium sp.* SZN 22'nin kullanılmasının daha çevreci ve ekonomik bir yaklaşım sunacağı öngörülmektedir.

KAYNAKLAR

- [1] Erdoğan, N. ve Yıldız, R., 1995. Manyezit ve Bazit Refrakter Malzeme Teknolojisi. Kumaş, Kütahya.
- [2] Sariiz, K. ve Nuhoglu, İ., 1992. Endüstriyel hammadde yatakları ve madenciligi. Anadolu Üniversitesi.
- [3] Topak, Y., 2006. Yukarıtirtar-Aşağıtirtar Köyleri (Isparta Kuzeydoğusu) Arasında Gözlenen Manyezit Yatağının Oluşumu Ve Kökeni. Doktora Tezi, Çukurova Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Adana.
- [4] Çakır, D., 2007. Asidik Ortamda Manyezit Artığından Magnezyumun Özütlenmesi. Osmangazi Üniversitesi, Kimya Mühendisliği Anabilim Dalı Eskisehir
- [5] Hündür, S., 2015. Kütahya (Turanocağı ve Ortaocak) Manyezit Ocaklarından Cevher Zenginleştirme Potansiyeli Bulunan Bakterilerin ve Küfelerin İzolasyonu ve Moleküler Karakterizasyonu. Atatürk Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi. Erzurum, 119s.
- [6] Demir, F. and Dönmez, B., 2008. Optimization of the dissolution of magnesite in citric acid solutions. Int. J. Miner. Process. 87, 60–64.
- [7] Yılmaz, A ve Kuşçu M. 2012. Manyezit yataklarının oluşumu, sınıflandırılması, kullanım alanları ve kalite sınıflandırılması, Erciyes Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi, 28(1): 65-72.
- [8] Çiçek, T. 1999. Kireç ve Kullanımı, 3. Endüstriyel Hammaddeler Sempozyumu, 14-15 Ekim 1999 İzmir Türkiye
- [9] Yüçetürk G. 2010. Yapay Mermerde Kullanılan Kuvars Ve Kalsit Minerallerinin Fiziko-Meknik Özellikleri, SDU International Journal of Technologic Sciences, 2(3); 72-80.
- [10] Eric D. Banks, Nicholas M. Taylor , Jason Gulley , Brad R. Lubbers , Juan G. Giarrizzo , Heather A. Bullen , Tori M. Hoehler & Hazel A. Barton. 2010. Bacterial Calcium Carbonate Precipitation in Cave Environments: A Function of Calcium Homeostasis, 27(5); 444-454.
- [11] MTA, 1981. Türkiye manyezit envanteri. MTA, Yayl., No: 186, 258 s.
- [12] Jabeen, R., Ifthikhar, T and Huma Batool, H., 2012. Isolation, Characterization, Preservation And Pathogenicity Test Of Xanthomonas Oryzae Pv. Oryzae Causing Blb Disease In Rice, Pak. J. Bot, 44(1), 261-265.

- [13] Yanmış, D., 2014. Düşük Kaliteli Manyezit Rezervlerinin Biyoteknolojik Yöntemlerle Zenginleştirilmesi. Doktora Tezi, Atatürk Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Erzurum.
- [14] Liu, H. L., Chiu, C.W. and Cheng, Y.C., 2003. The Effects of Metabolites From the Indigenous Acidithiobacillus thiooxidans and Temperature on the Bioleaching of Cadmium From Soil. Wiley Periodicals, Inc., 638-645.
- [15] Alaylar, B., 2014. Sukroz ve Glukoz Varlığında Saccharomyces Cerevisiae'da İlgili Gen Bölgelerinde Meydana Gelen Epigenetiksel Değişimlerin Araştırılması. Yüksek Lisans Tezi, Atatürk Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Erzurum.
- [16] Sezen S. 2015. Afşin-Elbistan Linyit Madeninden Linyit İyileştirme Teknolojisinde Kullanılma Potansiyeline Sahip Mikroorganizmaların İzolasyonu Ve Moleküler Karakterizasyonu, Atatürk Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi. Erzurum, 129s.
- [17] Rodríguez, C.S (2009). Dye removal by immobilised fungi. Biotechnology Advances 27, 227-235.
- [18] Levin, L., Herrmann, C. ve Papinutti, V.L. (2008). Optimization of lignocellulolytic enzyme production by the white-rot fungus Trametes trogii in solid-state fermentation using response surface methodology. Biochemical Engineering Journal, 39, 207-214.
- [19] Gadd GM. 2007. Geomycology: biogeochemical transformations of rocks, minerals, and radionuclides by fungi, bioweathering and bioremediation. The British Mycological Society, 3, 3-49.
- [20] Webley DM, Henderson MEF, Taylor IF, 1963. The microbiology of rocks and weathered stones. Journal of Soil Science 14: 102-112.
- [21] Gu JD, Ford TE, Berke NS, Mitchell R, 1998. Biodeterioration of concrete by the fungus Fusarium. International Biodeterioration and Biodegradation 41: 101-109.