

## Mozambik Cumhuriyeti'nin yer altı/yer üstü zenginlikleri ve olası yatırım alanları

Okan ZİMİTOĞLU<sup>1</sup>

### Giriş

Mozambik doğal kaynaklar açısından zengin bir ülkedir. Başlıca doğal kaynakları; kömür (yüksek kaliteli kok kömürü ve termal kömür), grafit, demir cevheri, doğalgaz, bentonit, kaolin, boksit, mermer, bakır, altın, yakut, tantal ve mineral kumlarıdır. Merkez Mozambik'te kömür madencilik projeleri geliştirilmesi ve doğalgaz üretiminin genişleyecek olması doğal kaynak sektöründe hızlı bir yükselişin yaşanacağına işaret etmektedir.

Mozambik, Tete yakınlarında dünyanın henüz işletilmeyen en büyük kömür alanı olabileceği tahmin edilen kömür yataklarına sahiptir. Mozambik aynı zamanda 127,4 milyar metreküp doğalgaz rezervine sahiptir. Bununla birlikte, Mamba açıklarında bulunan doğalgaz rezervlerinin 212,4 milyar metreküp potansiyele sahip olabileceği yönünde tahminler vardır.

### Mozambik'in Jeolojisi

Mozambik'in jeolojisi oldukça çeşitlidir ve Arkeen, Paleozoyik, Mesozoyik, Neoproterozoyik Karoo ve Senozoyik yaşlı kayaç grupları ile temsil edilir (Şekil 1).

Zimbabve sınırı boyunca yüzeyleyen Irumide Kuşağı, Zimbabve Kratonu'nun yeşiltaş kuşakları ile granit gnayslarının uzantısını oluşturan Arkeen ve Paleoproterozoyik yaşlı kayaçlardan oluşur. Bu şist kuşağı, Mozambik'in en yaşlı kayaçlarını temsil eden Umkondo, Gairezi ve Manica Gruplarına ait kayaçlardan oluşur. Irumide orojenezinin yaşı, 1350 milyon yıl olarak belirlenmiştir (Schlüter, 2005).

Mozambik Kuşağı, Mozambik, Niassa ve Orta Zambezi tektonik provenslerine ayrılır. Bunların içerisinde en büyüğü, Mozambik Provensi olup, ülkenin kuzeyinin büyük bir bölümünde yüzeylemektedir. Nyasa Gölü doğu kıyısı boyunca uzanan, granit ve çarnokit türü kayaçlarla temsil edilen kuzeybatı bölgesi ile kuvarsitik mermerler, şistler, gnayslar, migmatitler, granitik ve çarnokitik komplekslerden oluşan kuzeydoğu bölgesi olmak üzere iki bölgeye ayrılır. Mozambik Provensi, Mecuburi ve Muaguibe Grupları ile Nampula, Chiure

ve Lurio Süpergrupları ile temsil edilir (Schlüter, 2005).

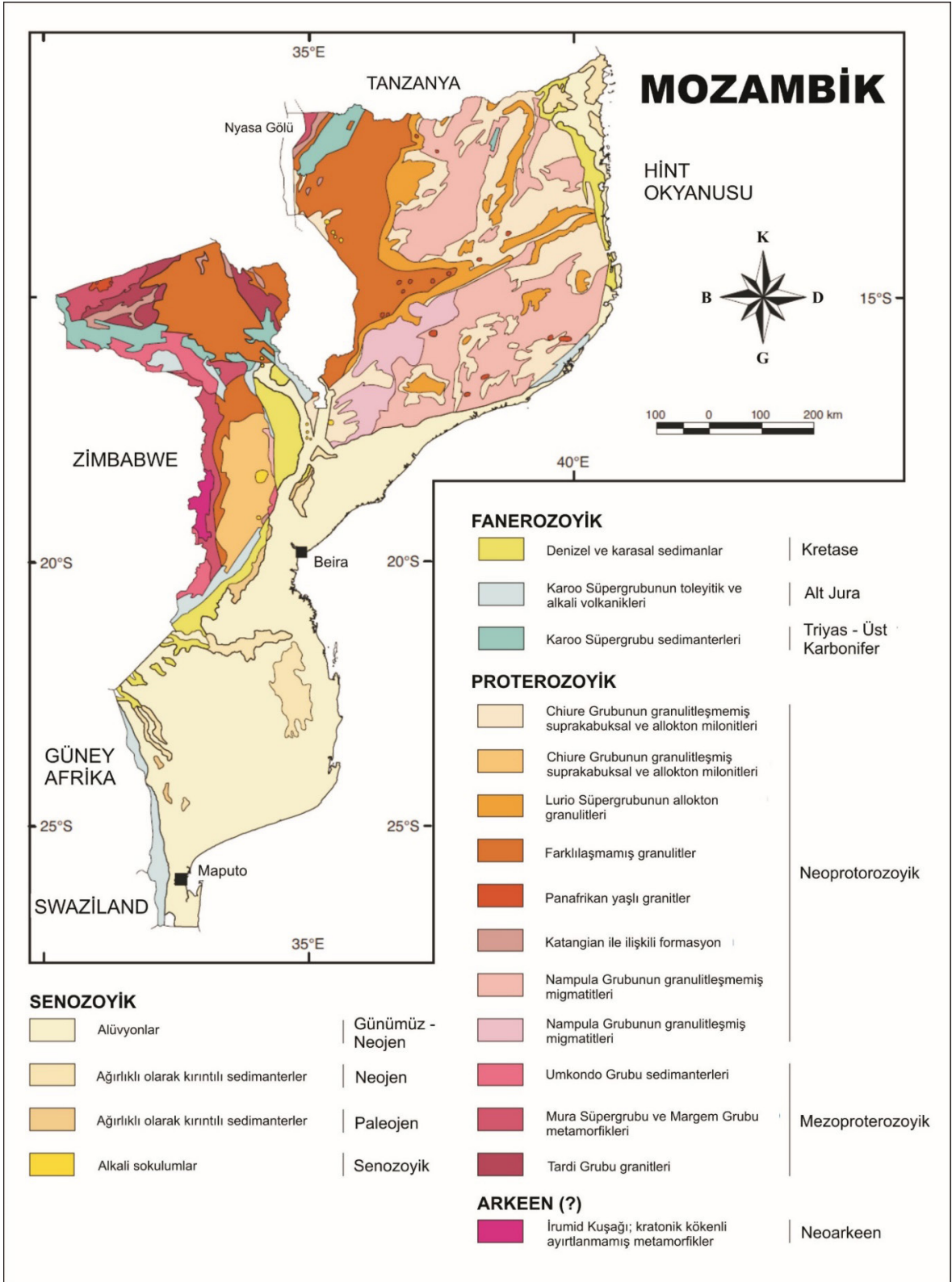
Niassa Provensi kayaçları, ülkenin batısında Zambezi Nehri'nin kuzey kenarı boyunca yüzeyleyirler ve güneyde Chire ve Zambezi grabenleri ile sınırlanırlar (bu grabenler Prekambriyen kırık hatları boyunca oluşmuşlardır ve Fanerozoik sedimanterleri ile doldurulmuşlardır). Bu provense ait kayaçlar Malawi boyunca kuzeye doğru devam ederler ve Nyasa Gölü'nün doğu kenarı boyunca, Meponda Grubu olarak bilindikleri yerde yüzeyleyirler. Bu kayaçlar genellikle magmatik gnayslar, siyenitler, doleritler, gabrolar ve anortozitlerle kesilen kuvarsitler, mikaşitler ve mermerlerden oluşmaktadır. Bu provens Meponda, Zambue, Luia, Tete, Angonia ve Fingoe Grubu kayaçları ile ve Fingoe öncesi (Pre-Figoe) granitlerle temsil edilmektedir (Schlüter, 2005).

Orta Zambezi Provensi, Irumide Kuşağı'nın doğu kenarı ile orta Zambezi grabeni arasında uzanmaktadır. Bu provense ait kayaçlar şistler, kuvarsitler, migmatitler ve gnayslardan oluşurlar. Bu provens Rushinga, Nhamatanda ve Madzuire Grubu kayaçları ve Barue Kompleksi kayaçları ile temsil edilmektedir (Schlüter, 2005).

Pan Afrikan metamorfizması (600-450 milyon yıl öncesi), tüm Prekambriyen istifini etkileyen, granit ve pegmatitlerin yerleşimiyle karakteristik şiddetli bir termo-tektonik hadisedir. Buna eşlik eden buzul kenarı (perigasiyal) ve buzul (glasiyal) kökenli sedimantasyon (Katangula Grubu), ülkenin en kuzey batı bölümünde meydana gelmiştir. Bu sedimanterler Demokratik Kongo Cumhuriyeti ve Zambiya'nın Katanga Süpergrubuna karşılık gelirler (Schlüter, 2005).

Mozambik'teki Fanerozoik yaşlı Karoo Süpergrubu (Permo-Karbonifer- Alt Jura) üç ana sedimanter havzayı oluşturur. Bunlar; Alto Zambezi, Rio Lunho ve Rio Lugenda kıta içi havzalarıdır. Bu havzalar, kıtasal çökellerle doldurulmuştur ve Alto Zambezi Havzasında kıtasal çökellerin en üst bölümünde volkanikler yer alır. Farklı havzalar arasında, litolojik istiflerdeki genel benzerlik bariz bir şekilde görülmektedir. Var olmaları durumunda, bazı flüviyo-glasiyal (akarsu-buzul) sedimanterler, kuzeydoğu Mozambik'teki Lugendo Havzasında ve Demokratik Kongo Cumhuriyeti'nde bulunmayan, kömürlü katmanlarca üzerlenirler, bazen de septaria (gastropod) ve sürüngen seviyeleri içeren kırmızımsı çamur taşları ile örtülürler. Üst seviyelerde, bazen kalın molas benzeri tekrarlayan akarsu çökelleri

<sup>1</sup> Maden Tetkik ve Arama Genel Müdürlüğü, Maden Etüt ve Arama Dairesi, Ankara.



Şekil 1- Mozambik genel jeoloji haritası (Pinna vd., 1987).

bulunabilirken, Alto Zambezi Havzası'nın güneyinde, bazaltik ve riyolitik bileşimli volkanikler tüm istifi örterler (Schlüter, 2005).

Jura, Kretase, Tersiyer ve Kuvaterner yaşlı Post-Karoo sedimanterleri, Rovuma, Mozambik, Save/Limpopo ve Baixa Zambezi kıyı havzalarında oluşmuşlardır. Sedimentasyon, batıdan doğuya doğru gidildikçe, genellikle kıtasaldan denizel ortama doğru değişmektedir. Denizel sedimanterler kalkarenitler, kumtaşları ve konglomeralardan oluşmaktadır (Schlüter, 2005).

### **Mozambik'in Ekonomik Jeolojisi**

Zimbabve Mutare-Manica Altın Kuşağı'nın devamı olan Arkeen – Paleoproterozoyik yaşlı Manica Kuşağı, ülkenin altın, bakır, asbest, kurşun, demir cevheri ve nikel kaynaklarını barındıran bir yeşiltaş kuşağıdır. Lod (damar) ve plaser altın yatakları bu bölgede işletilmektedir. Yüksek tenörlü küçük boksit yatakları da bu bölgede yer almaktadır. Zimbabve sınırı boyunca uzanan Gairezi ve Umkondo Grubu metasedimanterleri demir, bakır ve kireçtaşı yataklarına ev sahipliği yaparlar (Schlüter, 2005).

Asbest, Mozambik'te dört yerde bulunmaktadır. Krizotil asbest yatakları, Zimbabve Kratonu'nun Arkeen yaşlı metamorfize yeşiltaşlarından türemiş serpantinolit oluşumları içerisinde yer almaktadır. Manica yakınında Serra Mangota'da bulunan yataklar buna örnek olarak verilebilir (Şekil 2). Küçük krizotil asbest oluşumları, Manica, Sofala ve Yukarı Zambezi Provenslerinde uzanan Mozambik Kuşağı içerisinde, yeniden taşınmış yaşlı yeşiltaş kuşağı kayalarına ait yığınlar şeklinde bulunurlar. Serpantinleşme sonucu oluşan antofillit asbest oluşumları Manica'nın güneyinde, Mavita'da bilinmektedir. Antofillit asbest Mulatela-Nampula Provensinde biyotitik ultrabazik kayalardan itibaren oluşmuş olarak da bulunmaktadır (Schlüter, 2005).

Ülkedeki bütün grafit oluşumları, gnays ve şistlere eşlik eden Proterozoyik kayaç birimleri içerisinde, sıklıkla kireçtaşları yakınında ve çoğunlukla küçük simli pulcuklar ve hatta dar damarlar ve küçük mercerler şeklinde bulunurlar (Schlüter, 2005).

Zambezia ve Nampula Provenslerindeki Proterozoyik yaşlı istifler, az miktarda çeşitli metallere birlikte kıymetli ve yarı kıymetli mücevher taşlarını, beril, mika, feldispat ve radyoaktif mineralleri içeren pegmatitleri bünyelerinde bulundurlar. Bunların içerisinde, halen işletilmekte olan niobyum ve tantal en önemlileridir. Çok sayıda altınlı kuvars damarları ve alüvyal altın sahaları da bu bölgede yer almaktadır. Pegmatitlerin ekonomik potansiyeli, beril grubu

minerallere (akuamarin, morganit), mika, feldispat ve kuvars minerallerine sahip olmalarına bağlı olarak artmaktadır. Kuzeydoğu Mozambik'te, Alto Ligonha yakınlarında bulunan pegmatitler, yan ürün olarak kolombiyum, antimuan ve bizmut içeren önemli tantal kaynaklarını barındırdıkları kadar lityum mineralleri ile endüstriyel ve mücevher kalitesinde kuvars ve beril minerallerine de sahiptirler (Schlüter, 2005).

Kömür, Karoo Süpergrubunun alt istiflerinde bulunmaktadır. Bu kömür yatakları Mozambik'in en büyük ve en önemli maden kaynakları arasında yer almaktadır. Kesin olmayan tahminlere göre sadece Rio Lunho Havzası'nda 120-380 milyon ton civarında rezerv bulunmaktadır (Schlüter, 2005).

Kuzeydeki Rovuma Havzası'nda ve güneydeki Mozambik Havzası'nda yer alan bazı sedimanter istifler, örneğin Kretase yaşlı Grudja Formasyonu, hidrokarbonlar açısından önemli potansiyele sahiptir ve buralarda bazı gaz alanları aranmaktadır (Schlüter, 2005).

Mavi ve sarı renklerdeki florit oluşumları yaklaşık 1,1 milyon ton kaynağa sahiptir ve riftleşmeye bağlı Mesozoyik dönemi kırık hatları içerisinde, ayrıca Tete Provensi'nde Moatize'nin doğusundaki Monte Muambe'de olduğu gibi karbonatitik oluşumlar içerisinde de yer almaktadır (Schlüter, 2005).

Boksit oluşumlarının birkaç lokalitede, özellikle yüksek rakımlı alanlarda ve alkali kayaların alterasyonuna bağlı olarak oluştuğu bilinmektedir. Halen işletilmekte olan tek yatak Manica Provensindeki Serra de Morianganeye yatağıdır. Boksit oluşumları bulunan diğer sahalar Tete Provensi'ndeki Monte Salambidua ve Zambezia Provensi'ndeki Monte Mauze'dir (Schlüter, 2005).

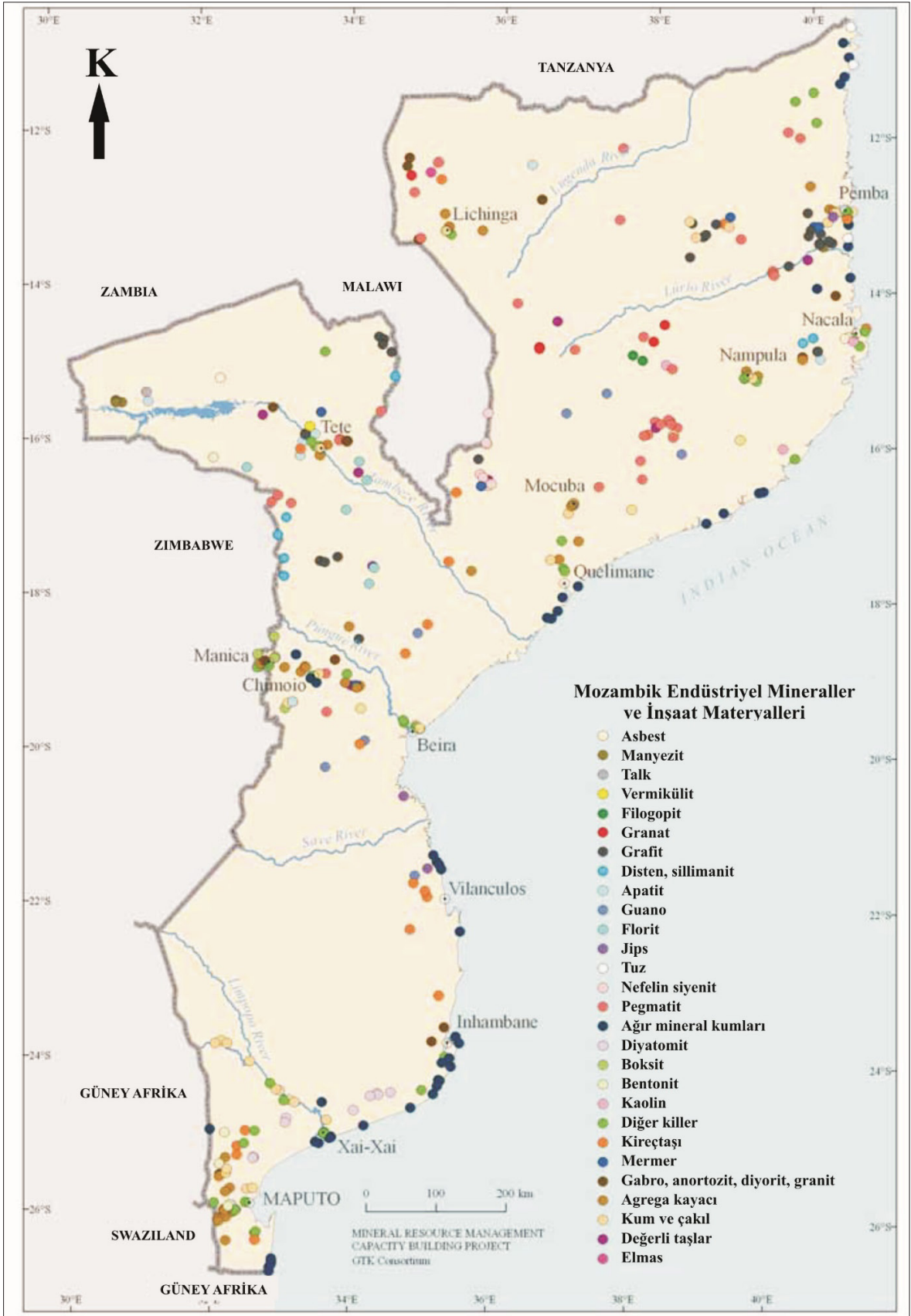
Eosen yaşlı Cheringoma ve Miyosen yaşlı Jofane Formasyonları büyük kireçtaşı, jips ve halit rezervlerine sahiptirler.

İlmenit, rutil, monazite ve zirkon içeren ağır mineral kumlarına ait geniş yataklar ülkenin kıyı şeridi boyunca uzanan kumullarda ve plaj kumlarında, özellikle de Quelimane ile Angoche'nin güneyi arasında yer alan sektörde bulunmaktadır (Schlüter, 2005).

### **Mozambik'in Maden Kaynakları**

#### **Enerji Madenleri**

*Hidrokarbonlar:* Hidrokarbon oluşumları potansiyel olarak büyük bir gelir kaynağı oldukları için, petrol ve doğal gaz için rezervuar oluşturan sedimanter kayaların Mozambik'te büyük bir



Şekil 2- Mozambik'teki endüstriyel mineral ve inşaat malzemesi lokasyonları (Pekkala vd., 2008).

önemi vardır. Ülke alt yapısındaki ve derin deniz teknolojisindeki gelişmelerle birlikte petrol fiyatlarındaki artış, bu tarz kaynakların aranması için elverişli koşulları yaratmıştır. Ülkede ekonomik miktarlardaki doğal gaz rezervleri ilk defa 1961 yılında Pande'de ve 1967 yılında Temane'de keşfedilmiştir. Henüz ticari değeri olmayan gaz rezervleri ise 1962 yılında Buzi'de ve 2003 yılında Inhassoro'da keşfedilmiştir. Ticari öneme sahip gaz rezervleri, Aşağı Grudja'da, havzanın orta kesimlerindeki birkaç seviyede raporlanmıştır. Orta ve kuzey Mozambik'teki hidrokarbon arama çalışmaları Rovuma sedimanter havzasında, Zambezi delta kompleksinin açıklarında ve Mozambik Havzası'nın derin kesimlerini de kapsayan tüm kıyı şeridi boyunca odaklanılmıştır (Lehto ve Gonçalves, 2008).

**Kömür:** İyi kalite kömür rezervlerinin araştırılması için detaylı jeolojik araştırmalar, Moatize ve Malawi sınırı arasında, Sanangoe-Mefideze, Baixo Chire ve Maniamba havzalarında yapılmıştır. Mozambik'teki kömür oluşumlarına ait belirteçlerin en güney ucu M'Pote Pote Nehri boyunca, Zimbabve sınırı yakınında, Espungabera alt havzasında yer almaktadır. Espungabera alt havzasındaki Karoo sedimanter istif, Limpopo kuşağının kuzey kenarı üzerine üzerlemiştir. İşletmeye uygun seriler yüzeye yakın konumdadır ancak blok faylanma yaygındır. Bu özellikten dolayı jeofizik etütsüz ve sondajsız kaynak tahmini yapılması güvenilir olmayan sonuçlar vermektedir. Buna ek olarak, Espungabera kömür sahaları Mozambik'teki potansiyel endüstriyel kullanıcılardan oldukça uzaktır. Bununla birlikte, nehir kıyısı mostraları yakıt olarak yerel tüketiciler için işletilebilmektedir (Lehto ve Gonçalves, 2008).

**Uranyum:** Uranyum araştırmaları, havadan radyometrik araştırmalar sonucunda yüksek anomali veren birkaç uranyum sahasının belirlenmesi üzerine, ülkenin tamamında gerçekleştirilmiştir. Uranyum endüstrisinin önde gelen uluslararası firmaları tarafından daha önce birkaç prospeksiyon sahasında 1970'lerin ortalarından, fiyat çöküşünün yaşandığı 1980'lerin erken dönemlerine kadar araştırmalar yapılmış olup, fiyat artışına bağlı olarak bu sahalarda daha sonradan tekrar araştırma programlarına dahil edilmiştir. Tete Takımı'ndaki kuvars-kalsit damarları davidit gibi radyometrik mineraller açısından zengin bir içeriğe sahiptir. 1967'de kapatılmış olan Mavudzi madeni, Tete kasabasının yaklaşık 40 km kuzeybatısında yer alan ve gabro-anortozit gibi kayaçları kesen 10 km uzunluğunda bir fay zonu üzerinde yer almaktadır. Üst Karoo kumtaşları ve Lupata grubuna ait kumtaşları, konglomeralar ve felsik volkanikler uranyum yatakları açısından iyi bir potansiyele sahiptir (Lehto ve Gonçalves, 2008).

## Endüstriyel Mineraller

**Ilmenit, Rutil, Zirkon:** 2700 kilometre uzunluğundaki kıyı şeridi boyunca yer alan geniş ağır mineral kumu yatakları esas alındığında, Mozambik'in dünyanın önde gelen Ti ve Zr minerali üreticisi olma yolunda potansiyeli olduğu söylenebilir. Gaza Provensi'nde yer alan Chibuto kasabasına yakın konumdaki "Corridor Sands" ağır mineral yatağı, 1997 yılında keşfedilmiş olan ve dünyanın en büyük yatakları arasında yer alan bir ağır mineral yatağıdır. Tahmini işletme ömrü 100 yıldan fazladır. Ortalama %4,9 ağır mineral tenörlü 14 milyar ton ilmenitçe zengin kum bulunmaktadır. Bir Avustralya firmasının değerlendirmesine göre, %4,14 ortalama ilmenit tenörlü 1765 milyon ton görünür rezerve sahiptir ve 73 milyon ton ilmenit içeren muhtemel kaynağa sahiptir (Mining Review Africa, 2003). Ağır mineral konsantrasyonları Cr, V ve radyoaktif minerallerin eksikliği ile karakteristiktir ve ağır mineral içeren (>%2) seyiyelerin kalınlığı, lokal olarak 70 metreye ulaşabilmektedir. İtalyan Aquater SPA firması 1980'li yılların başlarında Chongoene yakınındaki Xai-Xai'deki kıyı şeridinde ağır mineral kumu araştırmalarına başlamış ve 1985 yılında bölgede ortalama %6 ağır mineral tenörlü 480 milyon ton kaynağın varlığını raporlamıştır. Bu firma 1997 yılına kadar araştırmalarına devam etmiştir. Aynı bölgede benzer ağır mineral araştırmalarını yapan Rio Tinto firması ise ortalama %4,4 ağır mineral tenörlü, 59,6 milyon ton görünür, 112,7 milyon ton muhtemel ve 13,8 milyon ton mümkün rezerve toplam 186 milyon tonluk bir ağır mineral kaynağını raporlamıştır. Aynı firmanın değerlendirmelerine göre Xai-Xai ağır mineral yatağı %66 ilmenit, %0,4 zirkon ve %0,5-0,7 rutil içeren 49 milyon tonluk bir ağır mineral konsantrasyonuna sahiptir (Lehto ve Gonçalves 2008).

**Tantalit:** Pegmatitik minerallerin, özellikle de tantalitin Mozambik'teki varlığı iyi bilinmektedir ve Zambezia'daki Alto Ligonha sahası ve Nampula Provensleri en iyi potansiyele sahip sahalardır. Endüstriyel ölçekte üretim yapılan tek yatak olan Marropino yatağı, şiddetli altere (kaolinleşmiş) pegmatitten oluşmaktadır ve çeşitli pegmatit oluşumlarının bir arada olduğu yatakta, esas pegmatit oluşumu 550 metre uzunluğa ve 250 metre genişliğe sahiptir. Rastlantısal olarak sert kuvars damarları içermektedir. Bu yatağın 300 gr/ton'dan daha düşük tantalit içeren 10 milyon tonluk bir tahmini rezervi vardır. Tantalite ilaveten küçük miktarlarda morganit ve diğer yarı kıymetli taşlar da içermektedir. Muiane yatağı da (1200m x 100m) şiddetli kaolinleşmiş bir pegmatit oluşumudur ve kolonyal

dönemlerde işletilmiştir. Bu yatağın tantalit içeriği de 300 gr/ton'dan düşüktür. Marropino yakınlarındaki Morrua pegmatit oluşumu, Mozambik'in en iyi potansiyele sahip tantalit kaynağıdır. 0,6 km<sup>2</sup>'lik bir alan kaplamaktadır ve 100 metre derinliğe kadar işletilebilmektedir. Koloniyal zamanlarda işletilmeye başlayan yatak günümüzde Melela Nehri yakınında 100-200 artisanal madenci tarafından işletilmektedir. Bu yatak sert kaya şeklinde bir pegmatit oluşumdur ve zonlanma göstermektedir. Sert kaya pegmatit oluşumundaki rezerv 3,5 milyon ton olarak, alüvyon ve yeniden işlenebilir atık malzemedeki rezerv ise 1,5 milyon ton olarak tahmin edilmektedir. Sert kayadaki tantalit tenörünün 700 gram/ton Ta<sub>2</sub>O<sub>5</sub> olduğu tahmin edilmektedir (Pekkala vd., 2008).

*Yarı kıymetli taşlar:* Zambezia, Nampula ve Tete Provenslerindeki pegmatitler, beril, turmalin, kuvars ve feldspat gibi mücevher taşı kalitesindeki mineraller için en yaygın barınak kayaçlarıdır. Zambezia'daki Alto Ligonha'da bulunan pegmatitler potansiyel açıdan en iyi bilinen pegmatitlerdir. Skarn kayaçları, biyotit şistler ve gnayslar, granat, korund, dumortiyerit gibi mineralleri barındırırken, Karoo bazaltları agat içerebilmektedir. Mücevher taşlarının çoğu, küçük ölçekli artisanal madenciler tarafından pegmatitlerin tantalit için endüstriyel ölçekte işletildiği yerlerde dönemsel olarak çıkartılmaktadır. Mozambik'te elmas bulunabileceğine ilişkin birtakım emareler de bulunmuştur. Güney Afrika ve Zimbabwe'den (Limpopo ve Singédzi) akıp gelen nehirlerin alüvyal kaynaklarından türemiş olabileceği varsayılan ve Gaza Provensinde elde edilen birkaç mikro elmas bu emarelere örnektir. Niassa Provensi'ndeki Lichinga kasabasının kuzeyine doğru 50'ye yakın kimberlit bacası bulunmuş olsa da, bunların elmas potansiyelleri üzerine geçmişte çok az çalışma yapılmıştır (Pekkala vd., 2008).

*Bentonit:* Pequenos Libombos bölgesinde yayılım gösteren Karoo volkaniklerine ait riyolitlerin ve riyolitik tüflerin bozunma ürünü olarak yer alırlar. Boane'de 2 km uzunluk ve 500 m genişlikte bir zonda, ortalama 6 m kalınlıkta 15 milyon ton rezervli bentonit yatağı bulunmaktadır. Bozunmanın şiddetine bağlı olarak bentonitin kalınlığı birkaç metre ile 20 metre arasında değişmektedir. Boane-Pequenos Libombos bentonit yatağı 2,5 milyon ton görünür, 4,2 milyon ton muhtemel rezerve sahiptir. Bentonit yatakları Pequenos Libombos riyolit sırtına 40-60 km kadar mesafedeki farklı diğer lokasyonlarda da bentonit oluşumları mevcuttur (Pekkala vd., 2008).

*Kaolin:* Mozambik'te değişik tiplerdeki kaolin oluşumları yaygındır. Hidrotermal tip kaolin oluşumları sadece teorik bir ilgi konusuysen bilinen sedimanter yataklar düşük tenörlüdür.

Bununla birlikte, özellikle Zambezia ve Nampula Provenslerindeki Alto Ligonha yöresinde, pegmatitik oluşumlara bağlı birkaç bozunma tipi yatağın varlığı bilinmektedir. Geçmişte sadece Ribau pegmatit madeninde yan ürün olarak kaolin üretimi yapılmıştır. İyi incelenmiş bilinen birkaç pegmatit oluşumunda (Muiane, Marropino, Nuaparra, Boila) oldukça kalın kaolinitik bozunma kabuğu bulunmaktadır. Farklı tip kaolinitlerin test sonuçları, bunların farklı endüstriyel kullanımlar için gereken özellikleri karşıladığını göstermiştir (Pekkala vd., 2008).

*Boksit:* Boksit yatağı Zimbabwe sınırındaki Manica yakınında, Morianganne yöresindeki lateritik bozunma profili içerisinde bulunmaktadır. Bu yatak, kaolinitik kil ile üzerlenen, sadece 1 metre kalınlığındaki birkaç boksit ve gibsit oluşumundan meydana gelmektedir ve 1930'lu yıllardan beri işletilmektedir. Yataktan çıkartılan boksit, Zimbabwe'ye ihraç edilmekte ve alüminyum sülfat hammaddesi olarak kullanılmaktadır. Yatağın boksit rezervlerinin 10 milyon ton, beyaz kaoliniti kil rezervinin ise 10-15 milyon ton olduğu tahmin edilmektedir (Pekkala vd., 2008).

*Diyatomit:* Bu yataklar, ülkenin kuzeyinde yer alan Inhambane'deki Pleystosen kumullarından, Maputo'nun güneyindeki Matituine'ye kadar uzanan akarsu ve lagünel çöküntü alanlarında çökelmişlerdir. Diyatomit yatakları genellikle 1,5-2,5 metre arası kalınlıklardadır. Boane ve Manhiça diyatomit oluşumları en iyi bilinen yataklardır. İşletilen diyatomit zuhurları Manhiça kasabasının 10 km güneybatısında yer alırlar. Asıl işletme (Diane yatağı) 2005 yılından beri işletilmekte olup, yerin ortalama 8 metre altında, 60x50 metre boyutlarında yüzey alanına ve 0,8-1,0 metre civarında bir kalınlığa sahiptir. Ortalama 0,32 g/cm<sup>3</sup> kütleli yoğunluğa ve %50 saf diyatomit tenörüne sahip, tahmini 1,5 milyon tonluk bir rezerve sahiptir (Pekkala vd., 2008).

*Tuz:* Mozambik'te deniz tuzu üretimi evaporasyon havuzlarında yapılmaktadır. Üretilen tuzlar Leshoto, Malawi, Swaziland ve Zimbabwe gibi ülkelere ihraç edilmektedir (Pekkala vd., 2008).

*Grafit:* Mozambik'teki grafit madeni ve cevher hazırlama tesisi, Cabo Delgado Provensi'nde, Pemba limanından 100 km daha içeride bulunmaktadır ve 1994-1999 arasında bu madende yüksek tenörlü (%98'den fazla C içerikli) yıllık 10.000 ton pulsu grafit üretilmiştir. 1995 öncesi etüt çalışmalarında yatağın tahmini rezervi %3-11 arası grafit tenörlü 24 milyon ton olarak belirlenmiştir. Cabo Delgado'daki birkaç diğer zuhura ilaveten, Tete Provensin'de Angónia'da bulunan biyotit amfibolit gnayslarda, granülitlerde ve anortozitlerde de grafit oluşumları

bulunmaktadır (Pekkala vd., 2008).

### İnşaat Malzemeleri

*Agregalar:* Karoo riyolitleri, agrega için iyi bir hammadde kaynağıdır. Taş ocağı için verilen ruhsatların büyük çoğunluğu Maputo civarında, ekonomik faaliyetlerin en yüksek olduğu Namaacha, Boane, Matutuine ve Moamba yörelerinde yer almaktadır (Şekil 3). Ülkenin geri kalan kesimlerinde tüketim değerlerinin artışı yol, köprü ve büyük binaların inşaatına bağlı olarak gerçekleşmektedir. Taş ocaklarından çıkartılan agrega kayaları çoğunlukla Lebombos Range'de yer alan riyolitlerden elde edilmektedir. Bazalt ve andezite kıyasla bozunmaya karşı daha dayanıklı olduğu için yol inşaa ve diğer maksatlı inşaat işleri için iyi bir malzeme niteliği taşımaktadır. Moamba yöresindeki elverişli ince kristalli nefelin siyenit de agrega eldesi için işletilmektedir. Inhambane Provensi'nin sahil kesimlerinde sert silisli kayalar bulunmamaktadır. Buna alternatif olarak EN1 otoyoluna yakın veya yol boyunca birkaç taş ocağı kireçtaşları içerisinde açılmıştır. Massinga kasabası ile Mambadine ve Chacane köylerindeki birkaç artisanal taş ocağı bunlara örnektir. Kireçtaşı agregaları ev inşaatlarında ve yerel yolların bakım çalışmalarında kullanılmaktadır. Chimoio ve Manica arasındaki pek çok yerde, Beira Koridoru boyunca granodiyoritik tepeler agrega malzemesi elde etmek için işletilmektedir. Felsik volkanikleri ve karbonatitleri içeren Xiluvo Kompleksi, sahil şeridinde ve Beira kasabasına en yakın agrega oluşumudur. Demiryollarının ve kara yollarının rehabilitasyonu için gerekli ballast taşları ve agregalar Xiluvo karbonatit oluşumundan elde edilirler (Lehto ve Gonçalves, 2008).

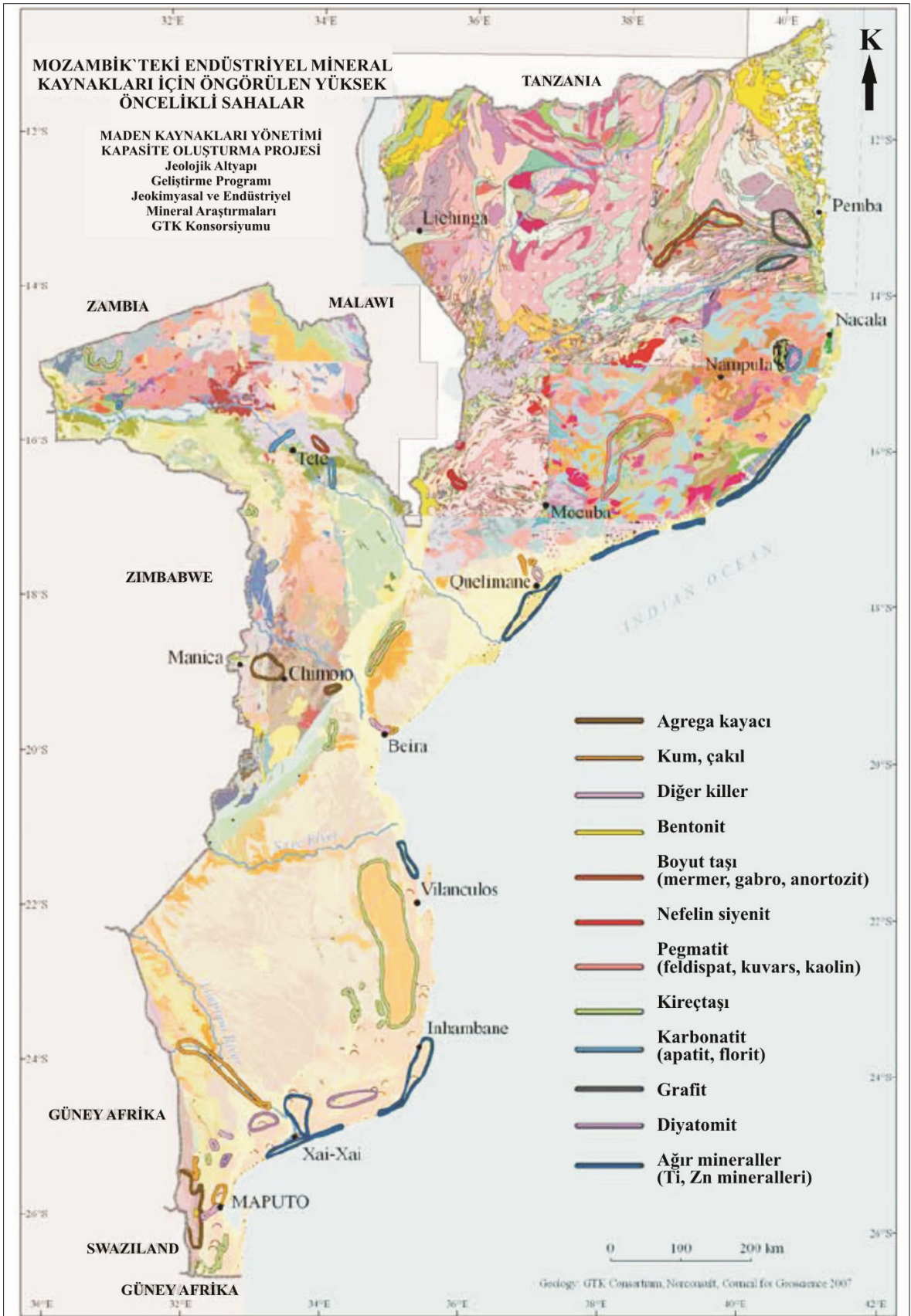
*Kum ve çakıl:* Maputo sahasında kum ve çakıl kayac agregaları kadar elverişli değildir. Kum-çakıl çıkartılan yerlerin çoğu, Umbeluzi (Boane sahası) ve Incomati (Moamba sahası) nehirleri boyunca ince taneli taşkın düzlüğü kumlarını içeren yerlerdedir. Bu lokasyonlardan elde edilen kum, harç ve dolgu malzemesi maksadıyla kullanılmaktadır. İnce kumul kumu da benzer maksatlı uygulamalar için çıkartılmaktadır. Yeterli miktarda çakıl sadece Umbeluzi Nehri'nin kaynağına doğru, Goba kasabası yakınlarında bulunmaktadır. Oldukça kaba ve iyi derecelenmiş kum, Moamba yakınında bir yerde, Incomati Nehri'nin tabanından çıkartılmaktadır. Gaza Provensinde, Moamba'nın kuzeyinde, Magude'ye doğru, Incomati Nehri'nin kıyı kesimleri boyunca birkaç yerde çakıl yataklanmaları bulunmaktadır. Bu lokasyonlardaki çakıllar genellikle kireçtaşı veya kalkarenit türünde olup, iyi kalitede sert kaya agregası ihtiyacını karşılamaktan uzaktır. Gaza

Provensi'nin güneyinde, kum ve çakıl oluşumları Limpopo ve dos Elefantos nehirleri boyunca yer almaktadır. Mozambik'in Manica, Tete, Zambezia, Nampula, Cabo Delgado ve Niassa gibi orta ve kuzey provenslerinin çoğu yerlerinde, sert kaya agregasına ilaveten yeterli miktarlarda kum ve çakılı yerleşim merkezlerinden çok uzak olmayan mesafelerde bulmak mümkündür (Pekkala vd., 2008).

*Boyutlandırılmış taşlar:* Mozambik'te boyutlandırılmış taş olarak daimi üretim yapılan ocaklar sadece mermer ocaklarıdır. Marmonte in Montepuez (Cabo Delgado) ocağından çıkartılan beyaz, gri ve çok renkli mermer blokları Pemba kasabasındaki tesislerde işlenirler. Üretimin bir kısmı ihraç edilmektedir. Granit ve anortozitler Tete Provensi'nde yer alan ocaklarda blok halde, dünya pazarlarındaki taleplere bağlı olarak periyodik olarak çıkartılmaktadır. Masif siyah granit (gabro), Manica yakınındaki Chainça'da çıkartılmakta ve ihraç edilmekte, porfirik granit ise Songo sahasında çıkartılmaktadır. Diğer bazı yerlerde de küçük ölçekli boyut taşı üretimi yapılmaktadır. Güneybatıda Boane, Estevel ve Ressano Graçia yakınlarından yüzeyleyen Karoo riyolitleri de zaman zaman boyut taşı olarak işletilmektedir. Açık kahverengi riyolitlerde gözlenen bandlaşma ve kıvrımlanmalar her ne kadar kayaca dekoratif özellikler verse de kırılanmalar yüzünden arzu edilen blok boyutunda üretim yapmak sorunludur (Pekkala vd., 2008).

*Kireçtaşı ve dolomit:* Sedimanter kireçtaşları, kıyı Mozambik'in sedimanter istifi içerisinde oldukça geniş alanlar kaplayan formasyonlar şeklinde yüzeylenirler. En önemli kireçtaşı formasyonları, Maputo'nun güneyine doğru yüzeylenen Salamanga Formasyonu ve hem Beria batısında Buzi Nehri boyunca hem de Beira'nın kuzeyinde Cheringoma Platosu'nda yüzeylenen Cheringoma formasyonlarıdır. Tersiyer yaşlı Salamanga kireçtaşları 10 km uzunlukta ve 1,5-2 km genişlikte bir zon boyunca yüzeylenirler. Ortalama kalınlığı 32 metredir. İkinci büyük formasyon, Miyosen yaşlı Jofane Formasyonu'dur ve Save Nehri'nin güneyinden Inhambane'ye kadar uzanmaktadır (Şekil 4) (Pekkala vd., 2008).

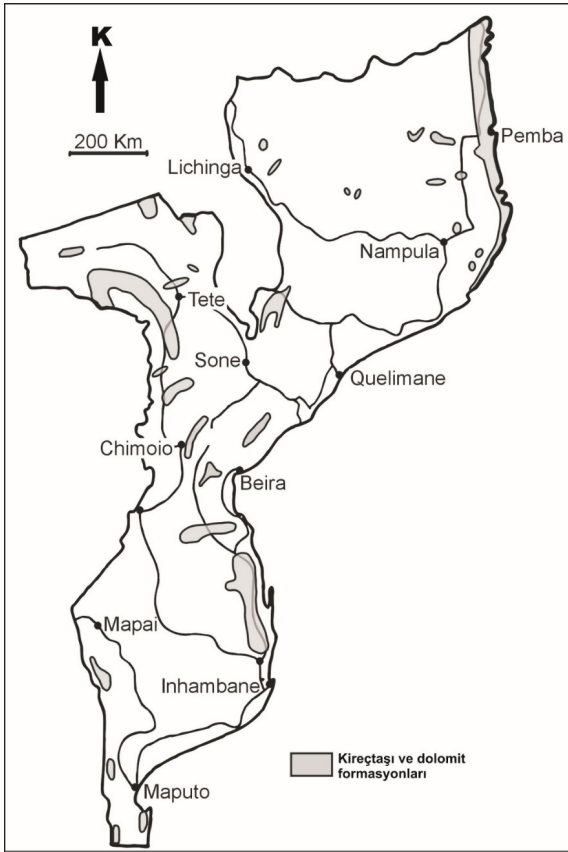
Bütün bu formasyonlar büyük kireçtaşı rezervlerine sahiptir ve çimento, ziraat ve diğer maksatlar için kaliteli hammadde gereksinimlerini karşılamaktadır. Günümüzde en büyük kireçtaşı üretimi Salamanga'daki Matola çimento tesisi için yapılmaktadır. Buna ilaveten, Nacala yakınındaki Relanzapo sahasında küçük miktarlarda çıkartılan mercan kireçtaşı, Nacala'da bulunan çimento tesislerinde kullanılmak üzere ithal edilen klinker malzemesine karıştırılmaktadır. Bununla birlikte,



Şekil 3- Mozambik'te endüstriyel mineral ticareti yapılan öncelikli sahalarda (Pekkala vd., 2008).



Dondo yöresindeki Beira yakınında bulunan üçüncü çimento tesisi için gereken kireçtaşı, tesisin yaklaşık 100 km kuzeyindeki Muanza ocağından çıkartılmaktadır ve çimento üretmek üzere ithal klinker malzemesine karıştırılmaktadır. Kristalen kireçtaşları (mermer) Mozambik'in bütün Arkeen-Prekambriyen yaşlı komplekslerinde bulunmaktadır. Geçmişte Manica, Boroma, Tete ve Lichinga yakınındaki Malula yöresinde bulunan bazı yataklar kireç üretimi için kullanılmaktaydı. Ancak günümüzde bu tür kayaçlardan üretim yapılmamaktadır şeker ile diğer endüstriler için gereken kireç yurtdışından ithal edilmektedir (Pekkala vd., 2008).



Şekil 4- Mozambik'teki kireçtaşı ve dolomit yataklarının dağılımı (Straaten, 2002).

### Baz ve Kıymetli Metaller

**Altın:** Altın, Mozambik ile Zimbabve arasındaki Mutare-Manica sınır sahasında tarih öncesi zamanlardan beri işletilmektedir. Bununla birlikte, resmi üretim rakamları oldukça düşük görünmektedir ve son on yıldaki üretim, yıllık 100 kilogramdan daha azdır. 2006 yılında Mozambik'in tamamı için resmi üretim değeri 68 kilogramdır (Lehto ve Gonçalves, 2008).

Manica'de sert kaya altın madenciliği, Bragança ve Guy Fawkes yörelerinde 1893 yılında başlamıştır

ve düzensiz olarak o zamandan beri devam etmektedir. Zimbabve sınırında yer alan Monarch madeni, 1997 yılında kapanana kadar periyodik olarak Mincor de Mozambique şirketi tarafından işletilmiştir. Altın mineralizasyonu, Arkeen yaşlı mafik ve ultramafik volkaniklerdeki makaslama zonları, bandlı demir formasyonu ve çörtlerle veya temel kayaçlarını örten kabuk üstü çökel kayaçları ve onları çevreleyen granitik sokulumlar arasındaki kırıklı dokanak zonları ile ilişkilidir. Yerel ekonomi için önemli olan belli başlı alüvyal altın yatakları ise Revué, Inhamucarra, Muza ve Chimezi nehirlerinde yer almaktadır (Lehto ve Gonçalves, 2008).

2006 yılında African Eagle Resources şirketi, Tete Provansı'nda Lake Cahora Bassa'nın kuzeyinde, Fingoé kuşağında bulunan ruhsat sahaslarında yapmış oldukları sondajlarda ilginç altın değerleri aldıklarını raporlamışlardır. Şirketin demir oksit-bakır-altın mineralizasyonu zonlarındaki arama hedefleri belirlenirken, ekonomik altın potansiyeline sahip zonların yer aldığı, Zambia Ndomba'daki Eagle Eye sahası ile karşılaştırma yapılmıştır (Lehto ve Gonçalves, 2008).

Central Afrikan Mining and Exploration (CAMEC) şirketi, Sofala Provansı'nda, Beira Koridoru'ndaki Nhamatanda'da yer alan 540 km<sup>2</sup>'lik Rio Muda arama ruhsat sahasında radyometrik ve uydu görüntüsü incelemelerini esas alarak yer üstü arama faaliyetlerini başlatmıştır. Günümüzde, Rio Muda'da 2000 civarındaki artisan madencilik sahasında aylık 20 kg kaba altın üretimi yapılmaktadır. Şirket tarafından yerel halkın cevherlerini işletebilmesi maksadıyla küçük bir tesis kurulmuştur (Lehto ve Gonçalves, 2008).

2007 yılında Pan Africa Resources şirketi tarafından Manica'daki ruhsat alanlarında (başlıca Fair Bridge Zonu'nu kapsayan) ortalama 2,96 g/t Au tenörlü 1550 milyon onsluk kaynak varlığı raporlanmıştır. Modern multidisipliner araştırma teknikleri kullanılarak yapılmış olan arama sonuçları, Arkeen yaşlı Manica yeşiltaş kuşağının endüstriyel ölçekte kazançlı bir altın madenciliği yapılabilecek potansiyele sahip olduğunu göstermiştir (Lehto ve Gonçalves, 2008).

Kontrol dışı artizanal altın madenciliği, Manica dağlık bölgesinde lokal çevre problemlerine neden olmaktadır. Toprak erozyonunun yanı sıra suyun siltasyonu meydana gelmekte, ince taneli altının kazanılması için civa kullanılması ile de hava ve su kirliliği meydana gelmektedir.

**Baz metaller:** Mozambik'te baz metaller üzerine oldukça az sayıda kapsamlı araştırma yapılmıştır.

Bakır, nikel, altın ve gümüş gibi elementlere ait baz metal zenginleşmeleri, Arkeen yaşlı Manica yeşiltaş kuşağının altere ultrabazik volkaniklerinde bulunmaktadır. Mundonguara yatağı, şimdiye kadar en iyi incelenmiş yataktır. Baobab Resources şirketi, Mozambik'teki baz ve kıymetli metaller üzerine odaklanmış bir maden arama şirkettir ve bu konudaki arama faaliyetlerinin büyük bölümü bu şirket tarafından yürütülmektedir (Lehto ve Gonçalves, 2008).

Mundonguara bakır-altın-gümüş yatağı, Manica kasabasının yaklaşık 12 km batısında, Isitaca Dağlarının güney yamacında yer almaktadır. Bu bölgede D-B uzanımlı on mineralize oluşum tanımlanmıştır. Ortalama 2,9 metrelik bir işletme kalınlığı için %2,36 g/t Cu tenörlü 123.000,00 tonluk bir rezerv hesaplanmıştır. LIMEX Şirketi 1980'li yıllarda ortalama %3,1 g/t Cu ve %0,58 g/t Au tenörlü 325.000,00 ton rezerv hesaplamıştır. Baobab Resources Şirketi, Mundonguara mineralize stokvork sisteminin bir parçası olan Seymour maden arama sahasında, yüzey kayaçlarından yongalama tarzında almış oldukları numunelerde önemli Au ve Cu tenör değerlerinin yanı sıra yüksek Ni ve Co değerleri almış olduklarını bildirmişlerdir (Lehto ve Gonçalves, 2008).

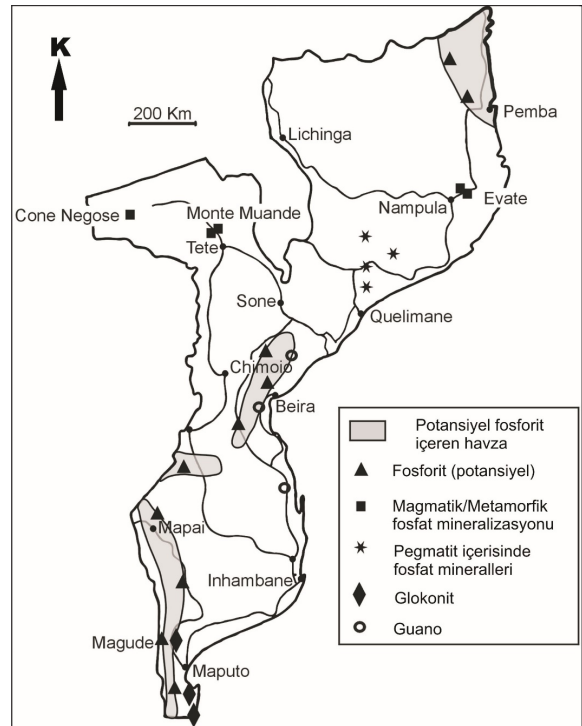
Tete kasabasına yakın olan Chidué bakır yatağı 1950'li yıllarda küçük jeolojik araştırmaların hedefiydi ve bu yıllarda ortalama %1,65 g/t Cu tenörlü 8,6 milyon ton bakır rezervi belirlenmiştir (Lehto ve Gonçalves, 2008).

### Agromineraller

**Fosfatlar:** Sayısız küçük guano yatağından ayrı olarak, Mozambik'te metamorfik, magmatik ve rezidüel fosfatlardan oluşan büyük fosfat yatakları bulunmakta, ayrıca sedimanter Tersiyer fosfat oluşumlarının varlığına dair güçlü belirteçler bulunmaktadır (Şekil 5) (Straaten, 2002).

**Metamorfik fosfat yatakları:** Evate fosfat yatağı, Nampula'nın 100 km doğusunda, Nacala limanına yakın konumdaki Monapo yapısı içerisinde yer alan metamorfik kökenli büyük bir fosfat yatağıdır. Evate apatit-manyetit-biyotit mineralizasyonu, birbirinden iki mermer zonu ile ayrılan biyotit ve grafitik gnays metasedimanter istifinden oluşan, 970±23 milyon yıl yaşındaki oval şekilli Monapo yapısalı içerisinde oluşmuştur. Evate mermer yatağı 3 km uzunluk ve 850 metre genişliktedir. Fosfat minerali içeren zonlar, mermer zonları içinde 5-100 metre arasında değişen kalınlıklarda bulunurlar. Fosfatça zengin zonlar flor apatitin yanı sıra manyetit, forsterit, filogopit, grafit ve

az miktarda diyopsit içerirler. Ön kaynak tahminleri %9,32 P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, %5,76 Fe ve %1,12 TiO<sub>2</sub> içerikli 155.413.000,00 ton apatit cevherine işaret etmektedir. Rezerv hesabı deniz seviyesinden 100 metre kadar yukarıda olan derinliğe kadar yapılmıştır. Yaklaşık olarak 14,5 milyon tonluk P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> içeriği ile bu yatak doğu-orta Afrika'nın en büyük fosfat yataklarından birisidir. Evate apatit yatağı, %4-64 arasında değişen apatit içerikli, kalınlığı 3-38 metre arasında değişen bir rezidüel toprak örtüsü ile örtülmüştür. Rezidüel apatitin fosfat rezervi hesaplanırken 1,5 milyon tonluk apatit konsantrisine sahip olabileceği belirlenmiştir. P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> açısından esas alındığında, Evate yatağının rezervine 525.000 ton daha P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> eklenmektedir. Manyetitçe ve apatitçe zengin artık topraklar, basit zenginleştirme yöntemleriyle apatit ve manyetit içerikleri bakımından faydalanılmaya da müsaittirler (Straaten, 2002).



Şekil 5- Mozambik'teki fosfat zuhur ve yatakları (Straaten, 2002).

Monte Muande demir ve fosfat mineralizasyonu, Tete'nin kuzeybatısında, aynı isimle anılan lokasyonda Prekambriyen mermerleri içerisinde yer almaktadır. Apatit ve manyetit zenginleşmeleri, gabro ve piroksenit türü sokulumların kontak zonuna yakın kısımlarda, mermerlerin foliyasyon düzlemleri içerisinde katmancıl kütleler şeklinde gözlenirler. Apatit-manyetit mineralizasyonu üç yatakta lokalize olmuşlardır. Düşük tenörlü fosfatlar esasen orta yatakta yer alırlar. Bu yatağın kökeni belirsizdir. Bazı araştırmacılar bantlı gnays ve mermer istifi içerisine

sokulum yapan gabroyik sokulumlara eşlik eden pnömatolitik tipte bir mineralizasyon olduğunu ileri sürmektedir (Straaten, 2002).

*Magmatik fosfat yatakları:* Cone Negose, Tete Provansinde, Fingoe'nin 80 km güneybatısında yer alan Monte Negose'de yüzeyleyen ve Karoo sedimanterlerini lav çıkışları ve dayklar şeklinde kesen Mesozoyik yaşlı volkanik tipte bir karbonatit oluşumudur. Fosfat zenginleşmesi (baritle birlikte) geç safha karbonatit kayasında oluşmuştur. Bu oluşumun fosfat tenörüne ve tonajına ait herhangi bir tahmin yapılmamıştır. Nampula ve Quelimane arasındaki sahada bulunan pegmatitlerde de fosfat mineralizasyonu bilinmekle beraber, bunların hacmi ve ekonomik potansiyeli düşüktür (Straaten, 2002).

*Sedimanter fosfat yatakları:* Üst Kretase yaşlı az fosfatik (%0,7-3,1 P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>) ve glokonitik (%50) kumtaşı yatakları, Inkomati Nehri'nin sol kıyısında, Maputo'nun 29 km kuzey-kuzeybatısında yer alan Magude'de yer almaktadır. Yüksek glokonit ve az P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> içerikleri esas alınarak, 25-50 metre arası kalınlıktaki bu yatakların doğrudan gübre olarak kullanılma potansiyelleri araştırılmıştır. Mozambik'in kuzey-kuzeybatısında yer alan Rovuma Havzası, Madagaskar'daki Mahajanga (Majunga) Havzası'nda bulunan Alt Kretase yaşlı fosfatik yataklarla benzer özellikler taşımaktadır ve bu nedenle bu sahada da benzer yaşta fosforit yataklarının bulunabilme olasılığı, çeşitli araştırmacılar tarafından vurgulanmıştır. Paleocoğrafik incelemeler, mevcut sondaj verilerinin incelenmesi, jeolojik ve jeofizik bilgiler esas alındığında güney Mozambik Havzası'nda çok geniş fosforit yataklarının bulunabilme olasılığı ileri sürülmüştür. Fosil balık ve diş katmanları içeren Eosen yaşlı glokonitli Cheringoma Formasyonu, güney Mozambik Havzası'nda bulunan mükemmel bir potansiyel kaynak kaya olarak görülmektedir (Straaten, 2002).

*Guano:* Guano yatakları Mozambik'te birkaç lokalitede yer almaktadır. En büyük guano yığılımları Cheringoma Platosu mağaralarında bulunurlar. Tahmini rezervleri 600.000 tondur (%5,14 P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, %2,74 NO<sub>3</sub> ve %1,37 K<sub>2</sub>O). Buna ilaveten, Buzi sahası için 132.700 tonluk bir rezerv (%3,88 P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, %3,26 NO<sub>3</sub>, %1,52 K<sub>2</sub>O), ayrıca Vilanculos yakınındaki Jofave Formasyonu'ndaki mağaralarda bulunan yarasa gübreleri için 22.000 ton rezerv (%3,32 P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, %5,22 NO<sub>3</sub> ve %2,95 K<sub>2</sub>O) tahmini yapılmıştır (Straaten, 2002).

*Jips/anhidrit:* Mozambik'in sahil kesimlerinde petrol ve doğal gaz aramacılığı için yapılmış olan sondaj kuyularında birkaç jips ve anhidrit oluşumu belirlenmiştir. En büyük jips ve anhidrit

yatağı Oligosen/Miyosen yaşlıdır ve Temane Formasyonu'nun evaporit istifinde yer alır. En büyük yataklar, Save Nehri ile Nova Mambone güneyindeki 10-15 metre kalınlığındaki jips ve anhidrit katmanlarını içerirler. Buradaki jips ve anhidrit yataklarının rezervleri 250 milyon tonu aşmasına karşın, 150-200 metre derinliktedirler (Straaten, 2002).

*Glokonit:* Mozambik'teki Kretase ve Tersiyer yaşlı sedimanterlerin pek çoğu, özellikle de Grudja ve Cheringoma formasyonları, bazılarının içeriği %50'yi bulan glokonitli katmanlar içerirler. Bunların gübre olarak faydaları ve toprak ıslahında kullanılabilme potansiyelleri, potasyum ve fosfor içeriklerinin ne kadar yüksek olduğuna bağlıdır (Straaten, 2002).

*Perlit:* Perlit 800 - 1100°C arası sıcaklıklarda genleşerek, hafif ağırlıklı köpüksü bir kayaca dönüşen volkanik cam materyalidir ve hem inşaat hem de bahçivanlık endüstrisinde kullanılır. Mozambik'te ve komşusu Güney Afrika Cumhuriyeti'nde uzanan Lebombo Dağları'nda bulunur. Lebombo Dağları'nda, perlit Karoo Süpergrubunda bulunan obsidiyen ve bentonit yataklarına eşlik eder. Mozambik'teki perlit kaynakları büyük ölçüde Maputo'nun batısında yer alan Muguene civarındaki yataklarla sınırlıdır. Güney Muguene'de 100.000 ton görünür, 400.000 ton muhtemel perlit rezervi belirlenmiştir. Kuzey Muguene'de 250.000 ton görünür, 1.000.000 ton vitrifiye volkanik cam rezervi belirlenmiştir. Muguene'deki genleşmiş perlitlerin kütleli yoğunluğu 6,84 lb/foot<sup>3</sup> (0,109 g/cm<sup>3</sup>) değerinde olup, düşük genleşme ve düşük kaliteye sahip olduklarına işaret etmektedir (Straaten, 2002).

1980'li yıllarda Ressano Garcia yakınlarında, Maputo – Güney Afrika otoyolu boyunca perlitlik özellik gösterme potansiyeline sahip geniş obsidiyen kaynakları keşfedilmiştir. Bununla birlikte, bu camsı volkanik materyalin teknik testleri, bunların genleşme özelliğine sahip olmadıklarını ve bu nedenle bahçivanlık işlerinde kullanılmaya elverişli olmadığını ortaya koymuştur. Genel olarak bir değerlendirme yapmak gerekirse, Mozambik'teki bilinen perlit kaynakları küçüktür ve bahçivanlık işlerinde kullanılabilmeleri açısından uygunlukları zayıftır (Straaten, 2002).

*Doğal zeolitler:* Güney Afrika Cumhuriyeti sınırındaki Lebombo volkanikleri, lav ve tüflerden oluşan bir istife sahiptir. Güney Afrika Cumhuriyeti'nin bitişik sahalarına uzanan Lebombo Dağları'nın altere riyolitik tüfleri ve perlitleri, ticari zeolit üretimi için elverişli bir kaynaktır (Straaten, 2002).

## Maden Aramacılığı İçin Tavsiyeler

Mozambik sınırları içerisinde yer alan mevcut maden zuhur ve yataklarının dağılımları ve jeolojik özellikleri esas alındığında, gelecekte yapılması planlanan maden arama projeleri için aşağıda belirtilmiş olan tavsiyelerde bulunulabilir (Lehto ve Gonçalves, 2008):

Ekonomik açıdan Mozambik'in en önemli maden kaynağı doğal gazdır. Inhambane Provensi'ndeki Temane ve Pande sahalarında, mevcut doğal gaz kaynaklarına ilaveten yeni doğal gaz kaynaklarının bulunabileceği beklentisi vardır. Kıyı şeridi boyunca daha kuzeye doğru gidildiğinde, Sofala Provensi'nde de birtakım doğal gaz belirtileri kayda geçmiştir. Mozambik'te henüz petrol keşfi yapılmamış olmakla beraber, Beira'nın kuzeyindeki Inhaminga kıyı bloğunda ve Zambezia Deltası yakınındaki kıyı ötesi blokta, bazı petrol arama faaliyetleri yürütülmüştür.

Doğal gaz aramacılığı için yapılan sondajlar, Temane Sahası'nda büyük hacimli jips yataklarının varlığına işaret etmiştir. Jips Mozambik'teki çimento fabrikaları için ithal edilen bir hammadDEDİR. Bu nedenle, jips yataklarının yaygınlığı ve müsaitliği için araştırma faaliyetlerine devam edilmesi gereklidir.

Nampula Provensi'ndeki Moma ağır mineral kumu yatağına ek olarak, 2007 yılında işletmeye alınan, Chibuto'daki Corridor Sands ağır mineral projesi, bu tip yatakların işletilmesi kararının alınmasında başlangıç noktası olmuştur. Dünya pazarlarında titanyumun ve ülkedeki elektrik enerjisi fiyatlarındaki düzensizlikler, karar alma konusunda gecikmelere sebep olmuştur. Chibuto'da ağır mineral işleme tesisinin kurulmasından sonra, Gaza Provensi'ndeki ağır mineral potansiyel kaynak alanları, Limpopo Nehri vadisi boyunca, kıyı kesimlerden Chókwe'ye doğru genişlemiştir. Bu titanyum kaynaklarının kullanılabilmesi, büyük ölçüde küresel pazarlardaki eğilimlere ve güvenilir ülke içi enerji arzına bağlıdır. Pande ve Temane gaz sahalarındaki doğal gazın enerji kaynağı olarak kullanılması gündemdedir. Kuzeyde Marracuene-Limpopo halicinde, Maputo yakınlarındaki ağır mineral kumu yatakları ile güneydeki Ponta de Ouro-Lagoa Piti zonunun ağır mineral potansiyeli tamamen araştırılmalıdır. Limpopo Nehri'nden Inhambane'ye kadar olan kıyı zonu kadar daha kuzeydeki Inhassoro zonunun da yüksek ağır mineral kumu potansiyeli vardır.

Alt Karoo Grubunun Moatize ve Matinde formasyonlarında bulunan kömür, hiç şüphesiz Mozambik'teki en büyük maden kaynaklarından birisidir. Geçmiş dönemlerde uluslararası şirketler tarafından Tete kasabasının güneydoğusundaki

Minjova ve Cahora Bassa gölünün kuzeyindeki Mucanha-Vuzi sahalarında yoğun arama faaliyetleri gerçekleştirilmekle birlikte, bahsi geçen bölgelerdeki kömür potansiyeli henüz tam anlamıyla test edilmiş değildir.

Felsik ve mafik volkanikler, volkanik breşler, bandlı demirtaşları ve metaçörtler gibi Mezoproterozoyik yaşlı (min. Yaş 1327±16 Ma) Fingoe Süpergrubu kayaçları içerisinde gelişmiş KD-GB doğrultulu makaslama zonu, çoğu yerde mobil sülfidlerin ve altının zenginleşebileceği pek çok metal tuzağını oluşturmuştur. Bu kuşak içerisinde, demir formasyonlarının oksidasyon fazıyla bağlantılı altın cevherleşmelerine ait, daha ileri düzeyde araştırılması gereken birtakım belirteçler bulunmaktadır. Fingoè Kuşağı üzerinde ruhsat sahaları bulunan bazı özel maden arama şirketlerinin demir oksit-bakır-altın cevherleşme zonlarında yapmış oldukları jeolojik haritalama ve dere sedimanı jeokimyası araştırmaları sonucunda, ümit verici değerler alınmıştır. Fingoè Kuşağı'nda halen bilinen altın ve bakır-demir zuhurlarının yanı sıra, skarn alterasyon zonları, hematitik breşler, bandlı demirtaşları, mafik metavolkanikler ve piroklastik kayaçlar altın aramacılığı için potansiyel hedef formasyonları oluştururlar.

Mualadze Grubuna ait Mezoproterozoyik yaşlı mafik volkanikler ve volkanoklastikler, Desaranhama Granitleri (1041±4 Ma yaşında) ile çevrilidirler ve başlıca K-G doğrultulu kırık hatları ile makaslanmışlardır. Bu makaslanma zonları, Fundão, Missale, Chifumbazi ve Muande yörelerinde altın mineralizasyonları içerirler ve daha ileri altın aramacılığı için potansiyel oluştururlar. Desaranhama Granitlerine benzer jeolojik ortama sahip Cazula sahasında da altın potansiyeli bulunmaktadır ve bu saha 2007 yılından beri uluslararası şirketler tarafından araştırılmaktadır. Machinga yöresindeki eski maden sahasında, altın aramacılığı için kuvars damarları ve bölgesel makaslama zonları içerisinde yer alan hidrotermal altere, breşleşmiş kayaçlar hedef oluştururlar.

Tete Takımı kayaçları, Mezoproterozoyik yaşlı bi-modal kayaç takımının mafik-ultramafik bölümünü temsil ederler. Bu kayaç takımı, geçmişte ilmenit, nikel, bakır, altın ve uranyum için araştırılmıştır. Conua-Chidue kaynak potansiyel zonu içerisindeki Tete Takımı'nın özellikle kuzey milonitik sınır zonu, daha ileri araştırmalar için potansiyel oluşturmaktadır. Bu zonda yer alan, biyotitli ve yer yer milonitik özellikler sunan Mussata porfirik graniti (1046±20 Ma) Cu-Au içeren hidrotermal akışkanlar için kanal görevi yapmıştır.

Uranyum, Mozambik'te ekonomik açıdan elverişli bir arama hedefi olmuştur. Özellikle Mavudzi sahasındaki Tete Takımı anortozitleri ve Üst Karoo kumtaşları uranyum aramacılığı için potansiyel oluşturan litolojilerdir. Geçmişte özel şirketler tarafından yapılmış olan jeolojik-jeofizik etüt destekli sondajlı aramalarda, eski Mavudzi, Inhatobue ve Castro madenlerini birbirine bağlayan K-KD hattı boyunca kuvvetli uranyum radyometrik anomalileri belirlenmiştir. Orta Mozambik'te Lupata Grubu sedimanter ve volkanik kayaçları üzerinde yapılacak olan havadan radyometrik araştırmalar, uranyum aramacılığı açısından faydalı olabilir.

Karoo Grubu kayaçları ve daha genç olan rifleşmeyle ilişkili alkali ve karbonatitik komplekslere ait magmatik kayaçlar, fosfat, piroklor, REE ve florit yatakları açısından potansiyel oluşturur. Suni gübre için yerel ihtiyaçları karşılamak üzere Muande Dağı ve Fema Dağı karbonatitleri kullanılabilir ve bunlardan ilginç yan ürünler de (Fe, REE) elde edilebilir. Bahsi geçen lokaliteler gibi Salambidua ve Monte Xiluvo da fosfat aramacılığı için potansiyel kaynak alanlarıdır. Yerel taleplerin artışına bağlı olarak Boroma kalsitik mermer yatağı kireç eldesi için iyi bir kaynak oluşturabilir.

Tete-Moatize gelişme merkezine yakın olan, ayrıca Zimbabwe, Malavi ve Zambiya karayolları boyunca bulunan çeşitli inşaat malzemelerinin evlerliliği ve kalitesi incelenmelidir. Madencilik (Moatize kömür yatağı), alt yapı (yollar, köprüler, demiryolları) ve hidroelektrik santralleri (M'Panda-Uncua barajı) ile ilişkili olan büyük inşaat projeleri yerel agrega kaynaklarına olan ihtiyacı arttırmıştır. Maputo civarındaki agrega kaynakları özellikle önemlidir ve riyolit, nefelin, siyenit harici kaya türleri de bu kapsamda kalite ve hacim açısından incelenmelidir.

Çeşitli kil türlerinin kullanılabilirliği, mesela ülkenin gelişme koridorları boyunca yer alan evlerin inşasında kullanılan briket kili kaynakları araştırılmalıdır. Boane civarındaki Pequenos Libombos bölgesindeki bentonit bozunması değerlendirilmelidir. Karoo Süpergrubu riyolitleri ve riyolitik tüfleri, Güney Afrika sınırı boyunca oldukça geniş bir bentonit potansiyeli oluştururlar.

Gaza Provansı'nde yer alan Manhiça, Lagoa Ramo ve Mafuiane diyatomit yataklarının pazar potansiyeli, hacimsel ve kalite özellikleri, iç tüketim potansiyeline bağlı olarak değerlendirilebilir.

Manica yeşiltaş kuşağındaki arama hedefleri, ilkel tip volkanojenik masif sülfid yataklarını, komatiit yankayaçlı Ni-sülfid yataklarını ve yapısal kontrollü-

demirtaş yankayaçlı altın yataklarını kapsamaktadır. Manica ve Mavita kaynak potansiyel zonları, altın aramacılığı için potansiyel hedefler sunar.

Báruè Kompleksi metasedimanterleri ve migmatitleri, muhtemelen monoton türbidit istiflerinden türemişlerdir. Bu kayaçlarda yapısal kontrollü altın yataklanmaları barizdir. Báruè Kompleksi metasedimanterlerinin Zimbabwe Kratonu üzerine bindirmiş olduğu varsayıldığında, metallerin aşağı seviyelerden itibaren remobilizasyonu, potansiyeli güçlendirmektedir. Karoo sınır faylarına ve breşleşmiş fay tozu materyaline özellikle dikkat edilmelidir.

Báruè Kompleksi içerisinde yer alan TTG granitoidleri, kalay, tungsten, niobyum, tantal mineralleri ve yarı kıymetli mücevher taşları taşıyan pegmatitler, damarlar ve stokvorklar açısından potansiyelle sahiptirler.

Batı Gaza'da, Limpopo Nehri vadisinde ve Pafuri yakınlarındaki Rio dos Elefantes'deki alüvyal çökellerde birkaç mikro elmas bulunmuştur. Bilinen en yakın elmas lokasyonları, Güney Afrika sınırından sadece 25 km uzakta olduğu için bu elmasların Zimbabwe ve Güney Afrika'daki elmas sahalarından geldiği varsayılmaktadır. Bunun dışındaki arama faaliyetleri özellikle Umkondo Grubu kayaçlarının temeli oluşturduğu alanlarda yapılmalıdır.

## Değinen Belgeler

- Lehto, T., Gonçaves, R. 2008. Minerals Resources Potential in Mozambique, Geological Survey of Finland, Special Paper 48, 307-321.
- Pekkala, Y., Kuivasaari, T., Gonçaves, R., Deus, M., Chauque, F., Almedia, C. 2008. Review of industrial minerals in Mozambique. Geological Survey of Finland, Special Paper 48, 289 -306.
- Pinna, P., Marteau, P., Becq-Giraudon, J.F., Manigault, B., Jourde, G., Costa, M., Barr, M., Flores, G., Araujo, J. R., Marques, J. M., Ferrara, M. 1987. Carta Geológica Escala 1:1.000.000 – Instituto Nacional de Geologia: Maputo.
- Schlüter, T. 2005. Geological Atlas Of Africa: With Notes On Stratigraphy, Tectonics, Economic Geology, Geohazards, Geosites and Geoscientific Education Of Each Country, Springer, 272 pp.
- Straaten van, P. 2002. Rocks for Crops, Agrominerals of sub-Saharan Africa, ICRAF (International Centre for Research in Agroforestry), Nairobi, Kenya, 338 pp.

