

GANA CUMHURİYETİ'NİN YERALTI KAYNAKLARI VE ARAMACILIK ÜZERİNE BİR DEĞERLENDİRME

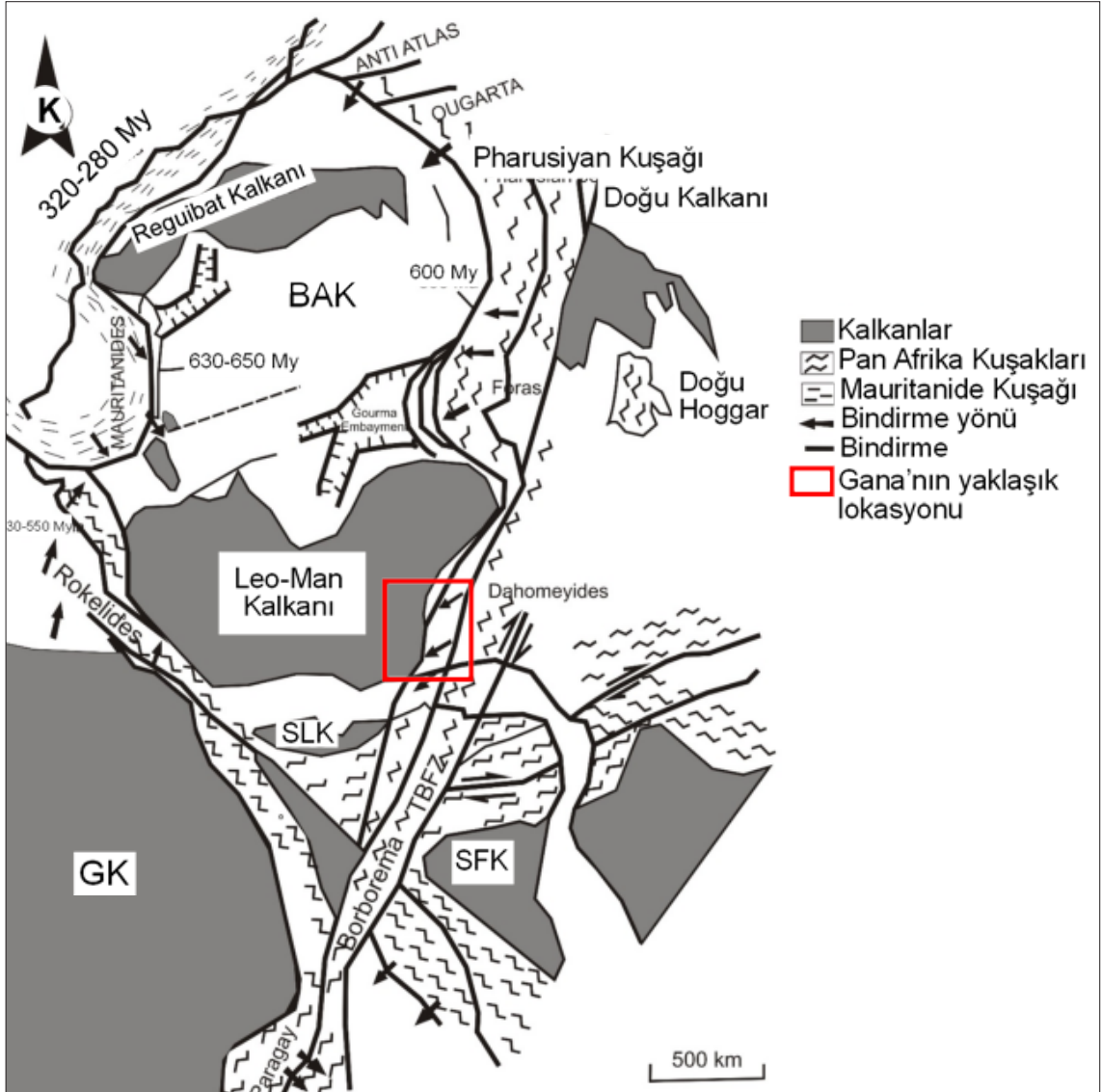
Zehra Deveci ARAL*

1. Giriş

Coğrafik olarak Afrika kıtasının batısında yer alan Gana Cumhuriyeti, Batı Afrika Kratonu'nun güneydoğu zonuna ait Leo-Man Kalkanı

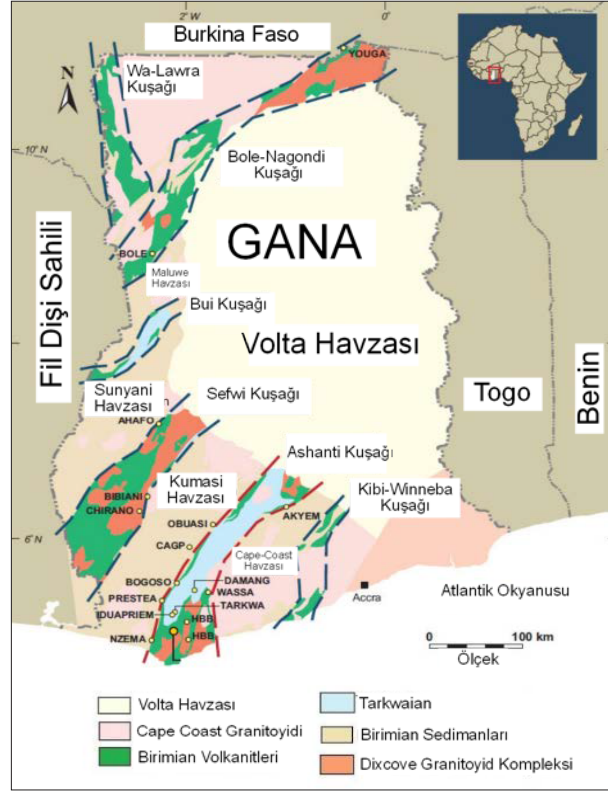
içerisinde bulunmaktadır (Şekil 1-2). Zengin altın yatakları bulunan ülke, bağımsızlığını ilan etmeden önce, 'Altın Sahil' (Gold Coast) olarak bilinmekteydi. Gana, Afrika kıtasında, Güney Afrika'dan sonra 2. en büyük, dünyada ise 10. en büyük altın üreticisidir. Ülkede, altının yanısıra elmas, boksit ve manganez zenginleşmeleri de bulunmaktadır.

Gana'da Leo-Man Kalkanı'nın temelini oluşturan Paleoproterozoyik yaşlı Birimian ve Tarkwaian birimleri geniş yüzlekler vermektedir. Birimian metavolkanitlerinin oluşturduğu



Şekil 1- Geç Prekambriyen dönemde, Batı Afrika Kratonu'nun yapısal özellikleri ve Leo-Man Kalkanı'nın konumunu gösteren paleocoğrafya haritası (Villeneuve ve Corne, 1994). BAK= Batı Afrika Kratonu; GK= Guyana Kratonu; SLK= Sao Luis Kratonu; SFK= Sao Francisco Kratonu.

* Maden Tetkik ve Arama Genel Müdürlüğü, Maden Etüt ve Arama Dairesi, Ankara.
e-posta : zehra.deveciaral@mta.gov.tr



Şekil 2- Gana'nın basitleştirilmiş jeoloji haritası (Kesse, 1985; Strachan vd., 2014).

KD-GB uzanımlı kuşaklar boyunca orojenik tipte altın yatakları, manganez ve boksit yatakları, bu temel kayalardan türeyen Tarkwaian birimleri içerisinde paleoplaser tipte altın ve elmas yatakları bulunmaktadır. Leo-Man Kalkanı'na ait temel kayaları uyumsuzlukla örten Volta Havzası ve denizaltı havzalar içerisinde petrol üretimi yapılmaktadır. Madencilik açısından önemli bir potansiyele sahip olan ülkede, cevher yataklarının oluşumu, evrimi, zamansal ve mekânsal dağılımı ile ilgili sınırlı çalışma bulunmaktadır.

Gana, temel jeoloji, maden arama projeleri ve yeni keşifler açısından oldukça büyük bir potansiyel arz etmektedir.

2. Bölgesel Jeoloji

Gana da dahil olmak üzere, batı Afrika'da geniş yüzlekler sunan Batı Afrika Kratonu (BAK), Arkeen ve Paleoproterozoyik yaşlı temel kayalar üzerine gelen Mesoproterozoyik-güncel sedimanter kayalardan oluşan ve etrafı Pan Afrikan Orojenik Kuşakları'yla sınırlandırılmış, kuzeybatı Gondwana'ya ait bir parçadır (Villeneuve ve Corne, 1994; Şekil 1).

Arkeen ve Paleoproterozoyik yaşlı temel kayalar, 1.700 milyon yıldan bu yana herhangi bir tektonik faaliyet etkisinde kalmamış, duraylı kayalardır (Black ve Liegeois, 1993). Bu kayalar, Reguibat ve Leo-Man Kalkanı'nda yüzlek vermektedir (Şekil 1). BAK batısında Arkeen, doğusunda ise Paleoproterozoyik kayalar yer almakta olup, bugün ki Gana, Sierra Leone, Moritanya, Fas, Cezayir, Burkina Faso, Nijer, Fil Dişi Sahili, Gine, Liberya, Mali, Togo ve Senegal'de yüzeylenmektedir.

BAK, kuzeyde Anti-Atlas Kuşağı (685-615 My), doğuda Hoggar Kalkanı, güneydoğuda Benin-Nijer Kalkanı, batıda Pan-Afrikan kayaları ile çevrilidir (Şekil 1). Temel kayalar, Proterozoyik ve Paleozoyik yaşlı sedimanter kayalarla örtülüdür (Villeneuve ve Corne, 1994). BAK, zamansal ve mekânsal olarak birbirini üzerleyen 5 farklı orojenik olay etkisinde kalmıştır. Bu orojenik olaylar yaşlıdan gence doğru: Leoniyen (3500-2900 My), Liberyan (2900-2400 My), Eburniyen (2400-1900 My), Kiberiyen (1600-900 My) ve son olarak da Pan-Afrikan (900-450 My) olarak sıralanır (Assie, 2008; Yace, 1984). Leoniyen, Liberyyen ve Eburniyen orojenezleri kabuksal kalınlaşma

ve kraton oluşumu süreçleriyle ilişkilidir (Assie, 2008; Yace, 1984).

Leo-Man Kalkanı, Gana'dan Sierra Leone'a kadar 1700 km uzunluğunda, yaklaşık 800 km genişliğinde bir alanı kaplamaktadır. Ülkenin doğusunda yer alan görece genç Volta Havzası, güneyde Dahomeyide orojenik kuşağı ile sınırlıdır (Şekil 5). Leo-Man Kalkanı hem Arkeen hem de Paleoproterozoyik yaşlı çekirdek kayaçlarından oluşur. Arkeen yaşlı temel kayaçlar, felsik-mafik gnayslar, flogopitli lamprofitler, alkali magmatik kayaçlar ve yeşil şistlerden oluşmaktadır (Culver ve Williams, 1979). Yeşilşistler, üst kabuktan türeyen toleyitik bazalt ve metasedimanter kayaçlardır (Jessell vd., 2012).

Paleoproterozoyik yaşlı temel kayaçlar ise Birimian birimleridir. Kitson (1928) tarafından Gana'da bulunan Birim vadisi içerisinde tanımlanan kayaçlar genel olarak metavolkanik ve metasedimanter istiften oluşur ve ülkenin batısında geniş yüzlekler vermektedir.

3. Gana'nın Jeolojisi

Ülke'nin büyük kısmı, Leo-Man Kalkanı'na ait, değişik fasiyeslerde metamorfizmaya uğramış Paleoproterozoyik (2300-1900 Ma) yaşlı Birimian ve Tarkwaian birimleri tarafından örtülmüştür (Oberthür vd., 1998; Griffis vd., 2002). Temel kayaçlara farklı zamanlarda ve kimyalarda kuşak tipi (Dixcove), havza tipi (Cape Coast) ve Tarkwaian sonrası Bongo granitoidleri sokulmuştur (Leube vd., 1990; Eisenlohr ve Hirdes, 1992; Hirdes vd., 1992). Bu birimler uyumsuz olarak Volta Havzası çökellerince üzerlenmektedir. Ayrıca bölgede, Mobil Kuşaklar (Dahomeyan Kuşağı, Togo Serisi ve Buem Formasyonu) ve Kıyı Sedimanter Havzalar da (Cape Coast, Kumasi, Sunyani ve Maluve Havzası) yer almaktadır (Şekil 2; Kesse, 1985; Leube vd., 1990). Bu çalışmada, Birimian ve Tarkwaian kayaçları, altın; Volta Havzası ise petrol yatakları açısından önemli olduğu için bu birimlerden detaylı bahsedilecektir.

Ülke jeolojisinin şekillenmesinde birden fazla orojenik süreç etkili olurken, özellikle cevher oluşumunda Eburniyen Orojenezi etkili olmuştur. Ülkede maden yatakları mekânsal

olarak, başta Ashanti Kuşağı olmak üzere kuzeydoğu-güneybatı uzanımlı Sefwi-Bibiani, Kibi-Winneba, Bui-Banda, Bole-Nagondi ve Kuzey-güney doğrultulu Wa-Lawra Kuşakları boyunca gelişmiştir (Şekil 2).

3.1. Birimian Birimleri

Kitson (1928) tarafından, ilk defa Birim vadisi içerisinde tanımlanan Birimian birimleri, Gana'nın batısında yüzeyleyir. Birimian birimleri, ülkenin batısında, kuzeydoğu-güneybatı doğrultulu, Kibi-Winneba, Sefwi-Bibiani, Ashanti, Bui-Banda, Bole-Nangodi, ve kuzey-güney doğrultulu Wa-Lawra olmak üzere 6 kuşak boyunca yüzlek vermektedir (Şekil 2). Birimian birimleri baskın olarak düşük dereceli yeşilşist ve amfibolit fasiyesinde, yer yer granülit fasiyesinde metamorfizmaya uğramış mafik ve ortaç karakterli volkanitler, volkanoklastikler ve granitoyitlerin içerisine sokulduğu tabakalı sedimanter kayaçlardır (Şekil 3; Sunkari, 2018).

Altın cevherleşmesi açısından oldukça önemli olan Ashanti Kuşağı'nda, Birimian birimleri; metasedimanter, Alt Birimian ve metavolkanit, Üst Birimian kayaçları olarak 2'ye ayrılır (Kesse, 1985; Milési vd., 1992; Şekil 3). Alt Birimian kayaçları, volkanoklastik, kilitaşı, türbidit ve kumtaşlarından oluşmaktadır. Cape-Coast, Kumasi, Sunyani ve Maluve Havzaları boyunca yüzlek verirler (Şekil 2-3). Üst Birimian kayaçları ise genel olarak töleyitik ve alkin karakterli bazaltlardan oluşur (Kesse, 1985).

Kuzeydeki volkanik kuşakların genişlikleri 10-20 km iken güneye doğru bu kuşaklar 20-70 km'lik genişliğe ulaşan yüzlekler sunmaktadır (Griffis vd., 2002). Bu volkanik kuşakların kenarlarında bulunan geniş, ara havzalarda depolanan sedimanter birimler (Şekil 2), metamorfizmaya uğramış ve kıvrımlanmıştır. Havza genişlikleri kuzeyde 60-70 km arası değişirken, güneye doğru daralmaktadırlar (Griffis vd., 2002).

Birimian metavolkanik kayaçlarının oluşum ortamı, bazı araştırmacılar tarafından okyanusal ada yayları olarak yorumlansa da (Sylvester ve Attoh, 1992; Dampare vd., 2008), Feybesse vd. (2006) tarafından daha kompleks bir model önerilmiştir. Bu modele göre magmatik aktivite, kıtasal kenarda meydana gelmiş ve daha

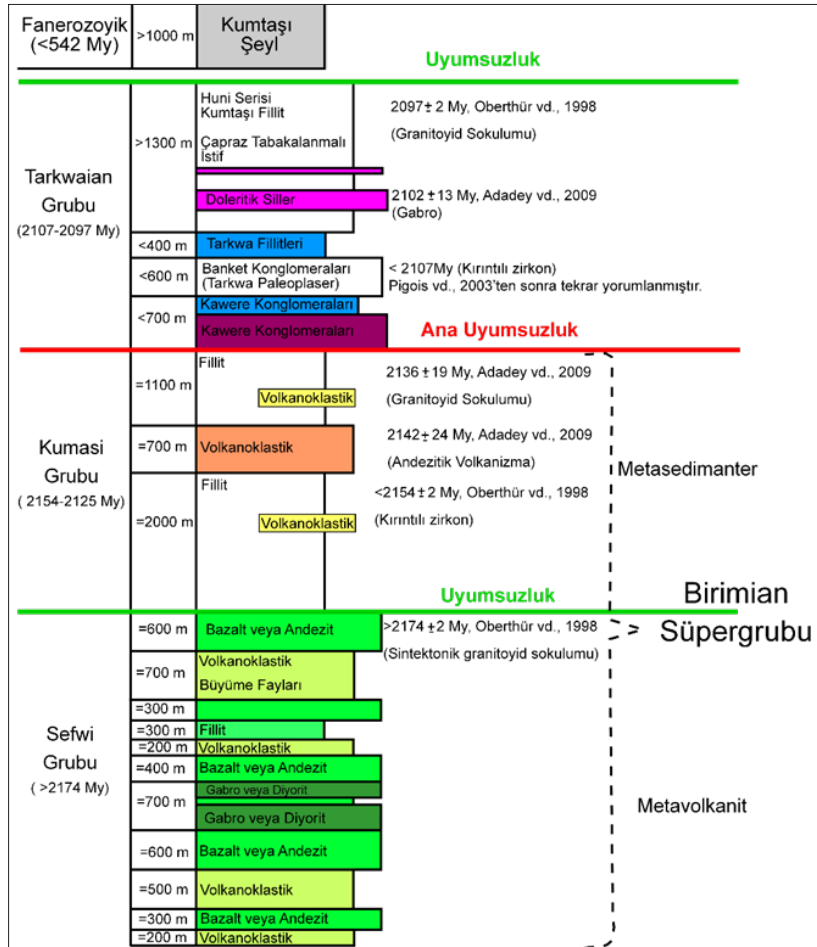
sonra ilksel bazik magmatizma bu süreci takip etmiştir. Daha sonra yaşlı kıtasal kabuk ile ilksel kabuk çarpışmış ve KD-GB uzanımlı volkanik kuşakları oluşturmuştur. Daha sonrasında etkili olan yüzey koşullarıyla da sedimanter birimler, volkanik kuşakların kenarlarında ve devamında gelişen havzalarda depolanmıştır (Griffis vd., 2002; Smith vd., 2016; şekil 2). Bu metavolkanitlerin yaşı 2162 ± 6 My ve 2266 ± 2 My iken, metasedimanter birimlerden yapılan kırıntılı zirkon çalışmaları yaşları 2180-2130 My olarak tespit edilmiştir (Davis vd., 1994; Oberthür vd., 1998; Griffis vd., 2002; Adadey vd., 2009; Loh vd., 2009; Perrouty vd., 2012; Smith vd., 2016; şekil 3). Yeşilışt fasiyesinde koşullarında dinamotermal metamorfizmaya uğramış bu kayalar, hornblend şiste dönüşmüştür (Sunkari, 2018).

Paleoproterozoyik dönemde, Birimian birimleri içerisinde sokulan 1) Dixcove tipi olarak adlandırılan kuşak granitoyitleri, 2) Cape

ve/veya Winneba tipi olarak adlandırılan Havza granitoyitleri ve 3) Bongo Granitoyitleri olmak üzere 3 farklı granitoyidik kütle bulunur (Yao vd., 2001; Griffis vd., 2002; Smith vd., 2016).

Dixcove sokulumları toleyitik karakterli, volkanik kuşakların içerisine sokulan, metalumin, hornblendce zengin, I-tipi kütlelerdir. Eburniyen Orojenezi'nin ilk fazı esnasında, 2205-2130 milyon yıl önce sokulmuşlardır. Bu kütlelerin cevher taşıdığı düşünülmektedir (Griffis vd., 2002; Perrouty, 2012, 2015; Smith vd., 2016; şekil 2).

Cape tipi kütleler ise havzalarda görülen, Eburniyen Orojenezi'nin ikinci fazı esnasında, 2116-2088 milyon yıl önce, sokulmuş, cevhersiz olduğu düşünülen kütlelerdir. Peralumine, biyotitçe zengin ve bazaltik bilişeni olmayan, büyük batolitlerdir. Etraflarında S-tipi granitik kütleler de bulunmaktadır (Griffis vd., 2002) (Şekil 2).



Şekil 3- Gana'nın sadeleştirilmiş genel stratigrafik kesiti (Perrouty vd., 2012).

Bongo Granitoidleri ise Tarkwaian sonrası dönemde sokulan, potasyumca zengin kütlelerdir. Pembe feldispatlı, porfirik dokulu kütleler ülkenin kuzeydoğusunda yüzlek vermektedir (Leube vd., 1990; Hirdes vd., 1992).

3.2. Tarkwaian Birimleri

Tarkwaian birimleri, Birimian kayaçlarının üzerine uyumsuzlukla gelmektedir. Kitson (1928) ve Whitelaw (1929) tarafından tanımlanan birimler, kabaca kumtaşı ve konglomeradan oluşmaktadır (Şekil 2-3). Farklı kuşaklarda ve farklı kalınlıklarda gözlemlenen bu sedimanter çökeller Birimian kayaçlarından türemiştir (Griffis vd., 2002; Amponsah, 2016; Smith vd., 2016). Tarkwaian birimleri, Eburniyen Orojenezi esnasında, düşük dereceli, yeşilist ve amfibolit fasiyesinde metamorfizmaya uğramıştır. Birimlerde yüksek dereceli metamorfizma gözlemlenmemiştir (Sunkari, 2018).

Tarkwaian kayaçları, Kawere Grubu, Banket Serisi, Tarkwa Filliti ve Huni Kumtaşı seviyelerinden oluşmaktadır (Şekil 4). Banket Serisi, plaeoplaser altın yatakları içerdiği için önemli bir seviyedir (Kesse, 1985; Griffis vd., 2002; Perrouy vd., 2012; Şekil 4).

Tarkwaian birimleri içindeki konglomera seviyeleri, örgülü kanallar ve alüvyal fanlarda depolanmışlardır. Detrital zirkon yaşlarına

dayanarak, bu birimlerin yaşı 2102-2097 My olarak belirlenmiştir (Perrouy vd., 2012).

3.3. Volta Havzası

Leo-Man Kalkanı temel kayaçları üzerine Prekambriyen uyumsuzluğu ile depolanan kayaçlardır (Griffis vd., 2002; Nédélec vd., 2007; Şekil 5-6). En altta, kratonik, kıtasal havza çökelleri (Kwahu/Bombouaka Grubu; 1000 m kalınlık) yukarı doğru pasif kıta kenarı çökellerine (Oti/Pendjari Grubu, 2500 m kalınlık) geçer ve bu birimleri de yay önü havza çökelleri olarak gelişen yaklaşık 500 m kalınlıkta kumtaşı birimleri (Tamale/Obosum Grubu) örter (Şekil 6). Tamale Grubu'nun Pan-Afrikan Orojenezi esnasında depolandığı düşünülmektedir (Affaton vd., 1991; Griffis vd., 2002; Porter vd., 2004).

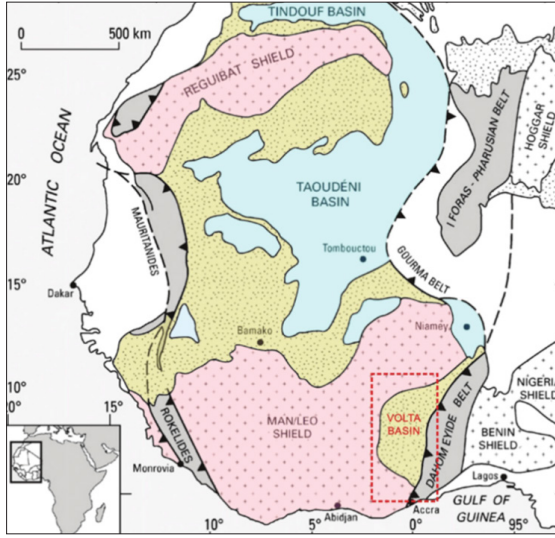
Bombouaka Grubu'nun yaşı 993 Ma, Oti Grubu'nun yaşı 660-620 My (Griffis vd, 2002; Nédélec vd., 2007), Tamale Grubu'nun yaşı ise 500-360 My aralığı olarak belirlenmiştir (Affaton vd., 1991; Griffis vd., 2002).

Ülkenin güneydoğusunda, Birimian birimleri, Volta Havzası ve granitoyitler ile faylı dokanağı olan Togo Kuşağı bulunmaktadır. Gana ile Togo sınırında bulunan bu kuşağın batı sınırında Buem Formasyonu, biraz doğusunda Togo Serisi, en doğusunda ise Dahomeyan Kuşağı yer alır (Smith vd., 2016). Togo Kuşağı, Pan-Afrikan Orojenezi esnasında, 610 milyon yıl önce, Batı Afrika'nın diğer kıtasal parçalarla

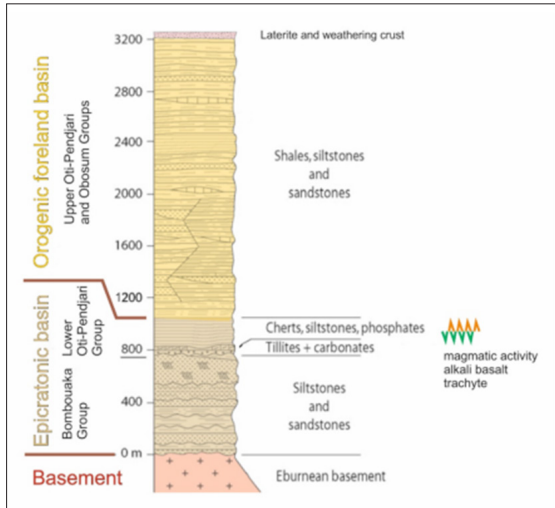
Grup	Seri	Kalınlık (m)	Litoloji
Tarkwaian Kayaçları	Huni	1,370	Kuvarzit, az miktarda Fillit
	Tarkwa Fillitleri	120-140	Kloritik ve serizitik Fillit ve Şist
	Banket	120-160	Kuvarsit ve Konglomera
	Kawere	250-700	Kuvarsit ve Konglomera
Ana Uyumsuzluk			
Birimian Kayaçları	Birimian		Meta-vulkanitler, Volkanoklastikler ve sedimanter kayaçlar

Şekil 4- Gana'daki birimlerin basitleştirilmiş stratigrafik kesiti (Goldfields Teknik Raporu, 2012). Tarkwa ve Damang Altın Madenleri içerisinde geliştiği Banket Serisi kırmızı kare ile gösterilmiştir.

çarpışarak Gondwana'yı oluşturması sürecinde meydana gelmiştir (Hoffman, 1999).



Şekil 5- Batı Afrika Kratonu içerisinde Volta Havzası'nın lokasyonu (Deynoux vd., 2006).



Şekil 6- Volta Havzası'nın tektono-stratigrafik kolon kesiti (Boamah, 2017).

Ayrıca Fanerozoik dönemde, ülkenin güneyinde, açık denizlerde yoğun sediman birikimi gözlemlenmektedir (Kesse, 1985).

Volta Havzası, petrol potansiyeli bakımından oldukça popüler bir alandır ancak bölgedeki maden potansiyeli ile alakalı sınırlı sayıda çalışma literatürde yer almaktadır. Bu yüzden havza, maden arama çalışmaları için önemli bir potansiyel alan olabilir.

3.4. Yapısal Jeoloji

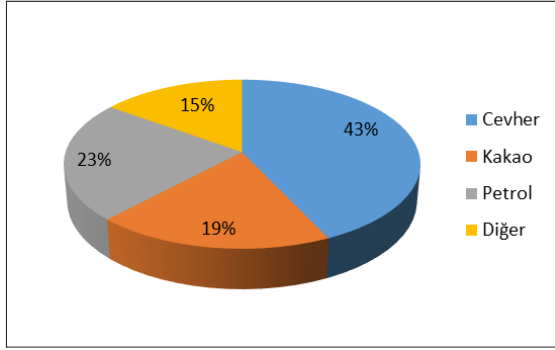
Gana'da cevherleşme içeren Birimian ve Tarkwaian birimleri, Eburniyen Orojeneziyle ilişkili olarak çoklu deformasyon olaylarına

maruz kalmıştır. Bazı araştırmacılar deformasyon evrelerini Tarkwaian öncesi ve sonrası olarak 2'ye ayırmaktadır (Milesi vd., 1992; Allibone vd., 2002; Feybesse vd., 2006; deKock vd., 2011). Tarkwaian öncesi, Eburniyen I (Eoeburniyen), sonrası ise Eburniyen II (Eburniyen) olarak isimlendirilir. Eburniyen I, 2200-2150 My arasında, Sefwi Grubu'na yerleşen granitoidler ve metamorfik olaylarla tanımlanır. Eburniyen II ise 2116-2088 My arasında Birimian ve Tarkwaian birimlerinin deformasyonunu tanımlar. Bu dönemde kalınlaşan kabuk, epidot-amfibolit fasiyesinde metamorfizmaya ve hidrotermal alterasyona sebep olmuştur (Amponsah, 2016). Özetle, ülkedeki cevherleşmeler Eburniyen Orojenezi ile yakından alakalıdır.

4. Gana'nın Madenleri

Daha önce ismi Altın Sahil (Gold Coast) olarak bilinen Gana, ekonomik öneme sahip elmas, demir, mangan ve boksit gibi minerallerin çıkartıldığı önemli ülkelerden birisi olmasının yanı sıra, Güney Afrika'dan sonra, Afrika'daki 2. büyük, dünyadaki 10. büyük altın üreticisidir. Gana'daki metalik maden yataklarının çoğu, Paleoproterozoyik yaşlı Birimian ve Tarkwaian kayaları sınırında ve içerisinde gelişmiş olup, görece genç kayalardan oluşan Volta Havzası'nda ve ülkenin güneyinde deniz altında bulunan havzalarda petrol üretimi ve arama çalışmaları devam etmektedir. Ülke topraklarında 15. y.y.'da başlayan madencilik faaliyetleri günümüzde hem arama hem de işletme operasyonlarıyla devam etmektedir. Ülkedeki ilk madencilik faaliyetleri 1482 yılında Portekizliler tarafından başlatılmıştır. 1913 yılında Jeoloji Kurumu'nun kurulmasıyla birlikte madencilik sektörü farklı dallarda gelişmeye başlamıştır.

Çıkarılan madenler, ülke ihracatının %25'ini karşılamaktadır. Buna rağmen ülkenin yeraltı kaynakları hala tam anlamıyla anlaşılabilmiş ve arama çalışmaları halen devam etmektedir. Madencilik, ülkenin en büyük gelir kaynaklarından birisidir. 2017 yılında ihracatın %43'ünü maden, %19'unu kakao ve %23'ünü ham petrol oluşturmaktadır (Şekil 7). Ruhsatlı altın işletmecilerinin ihracatları, ülkenin 2017 yılındaki ihracatını %20 oranında artırmıştır. 2017 yılında 3 milyon ton mangan, 1.47 milyon ton da boksit ihraç edilmiş ve 87,068 karat elmas çıkarılmıştır (Gana Maden Odası, 2018).



Şekil 7- 2017 yılına ait ihracatı yapılan ürünler ve oranları (Gana Bankası, 2018).

Yürütülmekte olan madencilik faaliyetleri, özel şirketler vasıtasıyla devam etmektedir. Özellikle altın madenleri, özel firmalar tarafından işletilmekte ve Gana Cumhuriyeti'ne %10'luk payla ödeme yapılmaktadır. Gana vatandaşları tarafından küçük ölçekli madencilik faaliyetleri yürütülürken, büyük ölçekli işletmeler ise genelde yabancı yatırımcılar tarafından işletilmektedir. 2017 yılı içerisinde toplam 79,532 ton altın üretilmiştir (Çizelge 1).

4.1. Metalik Madenler

Dünya'nın en büyük 10. altın üreticisi olan Gana, Batı Afrika Kratonu'nda bilinen en fazla altın ihtivasına sahiptir. Paleoproterozoyik yaşlı

Birimian kayaçları içerisinde ve üzerine gelen Tarkwa sedimanter kayaçları içerisinde gelişen altın cevherleşmesi, ülke genelinde kuzeyden güneye Wa-Lawra, Bui-Banda, Sefwi-Bibiani, Ashanti ve Kibi-Winneba Kuşakları boyunca görülmektedir (Şekil 2-8). Özellikle Ashanti Kuşağı, altın cevherleşmesi açısından oldukça zengindir.

4.1.1. Altın

Gana'daki altın yatakları, kabaca 2 başlık altında toplanabilir:

1. Birimian birimleri içerisindeki altın yatakları
2. Tarkwaian birimleri içerisindeki altın yatakları

Birimian birimleri içerisindeki altın yatakları: Birimian birimleri içerisinde yoğunlukla orojenik tıpte altın cevherleşmesi görülmektedir. Bölgede, bu tip cevherleşmelerde altın genellikle, fay ve makaslama zonları tarafından oluşturulan, 50 km uzunluğunda ve birkaç km genişliğinde, kuzey/kuzeydoğu doğrultulu yapısal koridorlar içerisinde gelişmiştir. Bu koridorlar içerisinde gelişen cevherli kuvars damarlarının bazıları birden çok fazda gelişmiş damar sistemleri olup, birbirlerine paralel ve kesikli damarlardır (Perrouy vd, 2015). Deformasyon fazlarının

Çizelge 1- 2017 yılı içerisinde Gana'da üretilen altın miktarlarının şirketlere göre dağılımı (Gana Maden Odası, 2018).

Şirket	Birim/Yatak Tipi	2017
		Altın (ton)
Tarkwa Madeni (Gold Fields)	Tarkwa-Banket Serisi/Paleoplaser	16,056
Akyem Madeni (Newmont Golden Ridge Limited)	Birimian Birimi/Orojenik	13,42
Ahafo Madeni (Newmont Golden Ridge Limited)	Birimian Birimi/Orojenik	9,894
Iduapriem Madeni (AngloGold Ashanti Limited)	Tarkwa-Banket Serisi/Paleoplaser	6,46
Chirano Altın Madeni	Birimian Birimi/Orojenik ve Sokulum	6,96
Edikan Madeni (Perseus Madencilik)	Birimian Birimi/Orojenik	5,903
Asanko Madeni	Birimian Birimi/Orojenik	5,813
Damang Madeni (Abooso Goldfields Limited)	Tarkwa-Banket Serisi/Paleoplaser ve Orojenik	4,07
Wassa Madeni (Golden Star Limited)	Alt Birimian/Orojenik	3,89
Prestea Madeni (Golden Star Limited)	Birimian-Tarkwa Sınırı/Orojenik	3,695
Nzema Madeni (Adamus Resources)	Birimian Birimi/Orojenik	3,324
Obuasi Madeni (AngloGold Ashanti Limited)	Birimian Birimi/Orojenik ve Sokulum	0,047
Toplam Altın Üretimi		79,532

en genci olan kuzeybatı-güneydoğu sıkışmalı rejimde sünek deformasyon sonucu oluşan bu damarların en iyi örneği Obuasi Madeni'nde görülmektedir (Smith vd., 2016). Wassa Madeni'ndeki cevherli kuvars damarları ise ilk deformasyon fazı olan kuzey-güney sıkışmalı rejim esnasında oluşmuştur (Griffis vd., 2002; Tunks vd., 2004; Amponsah vd., 2015; Fougrouse vd., 2015; Perrouty vd., 2015). Bazı kuvars damarları ise, ana kayaç içerisinde yaklaşık 100 m genişliğinde dissemine sülfür zonu ile tanımlanır. Bu damarlar en iyi Prestea Madeni'nde gözlemlenir. Bu tip damarlar yüksek ekonomik değere sahip değildir (Griffis vd., 2002). Bu tip damarlarda cevherleşme genellikle genişlemeli rejimle alakalıdır (Fougrouse vd., 2013; 2015).

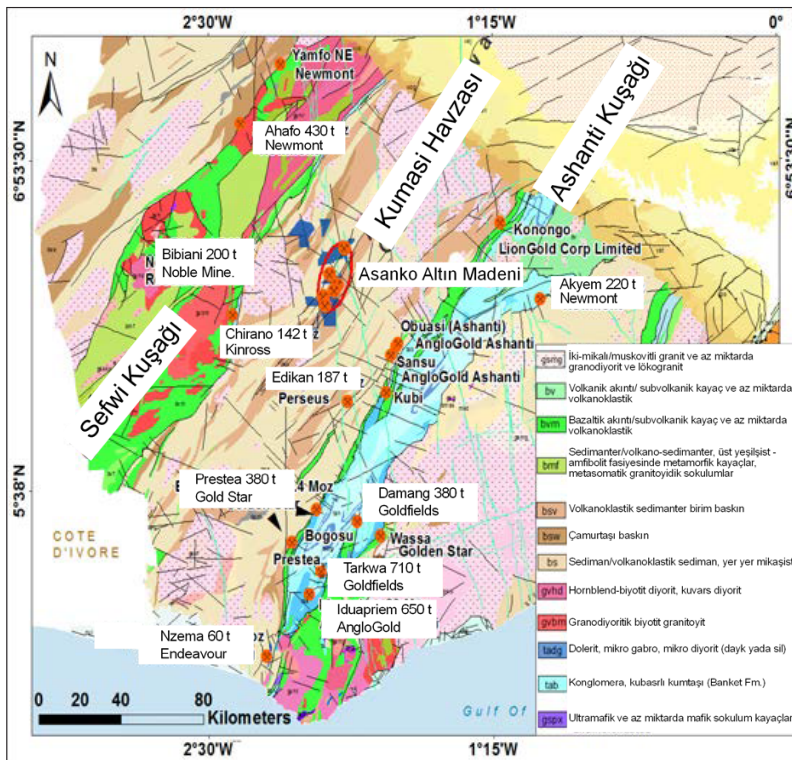
Arsenopirit, pirit, kalkopirit, pirotin, markazit, ankerit, kalsit, klorit ve turmalin mineralleri orojenik tipte cevherleşmeyle alakalı minerallerdir (Amponsah vd., 2015; Smith vd., 2016).

Orojenik altın cevherleşmesi, kuşak granitoidlerinden ziyade, Obuasi ve Wassa cevherleşmelerinde olduğu gibi Birimian

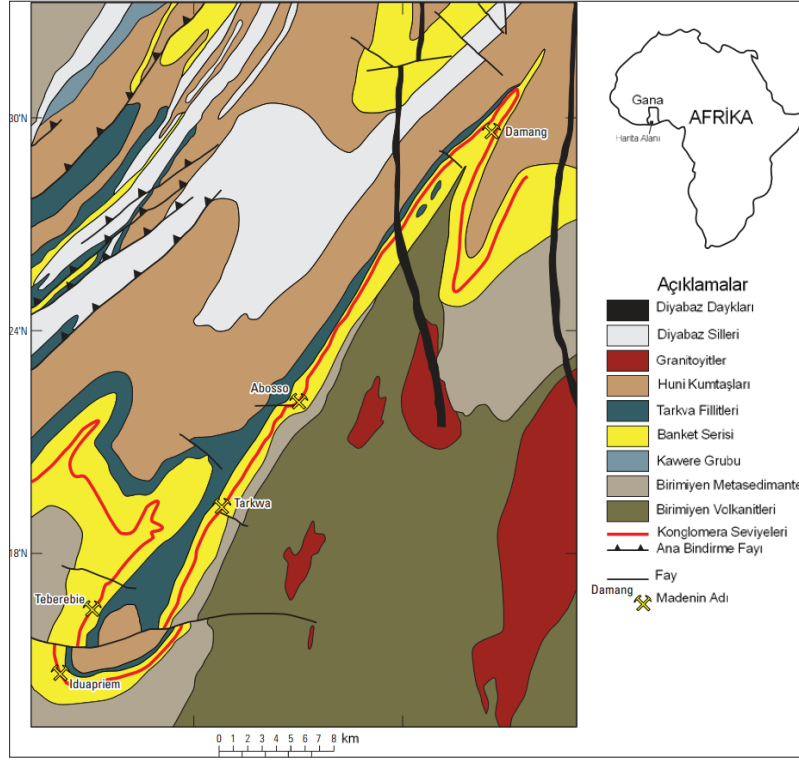
birimine ait sedimanter ve volkanosedimanter birimler içerisinde gelişmiştir (Griffis vd., 2002).

Birimian birimlerinden oluşan Ashanti Kuşağı'nda gelişen Obuasi (Kaynak: 965 t), Prestea (Rezerv: 169t) ve Akyem (Kaynak: 220t) Madenleri ve ülkenin kuzeyinde Wa-Lawra Kuşağı'nda gelişen Julie Madeni (Rezerv: 25 t) bu mekanizmayla oluşan orojenik tipte altın yataklarıdır (Griffis vd., 2002; Amsonpah vd., 2015; şekil 8). Cevherleşme, çoğunlukla sünek deformasyonla kontrol edilmektedir.

Tarkwaian birimleri içerisindeki altın yatakları: Birimian kayaçlarından türediği düşünülen Tarkwaian birimleri içerisinde, paleoplaser tipte altın yatakları bulunmaktadır (Şekil 9). Bu yataklardan en büyüğü Tarkwa Madeni'dir (Şekil 8-9). Damang ve Iduapriem yatakları da diğer paleoplaser altın yataklarındandır (Şekil 8-9). Tarkwa birimlerini oluşturan seviyelerden birisi olan Banket Serisi (Şekil 4), paleoplaser tipi altın yataklarının bulunduğu, ekonomik öneme sahip bir seviyedir. Kalınlığı 120-160 m arasında değişen birim, akış yönü güneydoğu-kuzeybatı olan nehirler içerisinde depolanan kuvars çakıllı konglomeralardan ve kumtaşı seviyelerinden oluşmaktadır. Düşük dereceli



Şekil 8- Gana'da Ashanti ve Sefwi Kuşakları'nda bulunan altın yataklarını gösteren jeoloji haritası (Asanko Altın Madeni Teknik QP Raporu, 2014).



Şekil 9- Güney Gana'daki Tarkwa, Damang, Abosso, Teberebie ve Iduapriem Madenleri gibi paleoplaser altın yatakları ve civarının jeoloji haritası (Taylor ve Anderson, 2018).

metamorfizmaya maruz kalan birimde klorit ve serizit mineralleri görülmektedir (Kesse, 1990). Konglomera seviyelerindeki hamur ve tanelerde önemli miktarda serbest altın bulunmaktadır (Şekil 10). Tarkwa birimlerinin depolanmasından sonra gelişen magmatik ve tektonik olayların etkisiyle, bazı yataklarda ikincil zenginleşme görüldüğü kaydedilmiştir. Buna en iyi örnek Damang Altın Madeni'dir (Tunks vd., 2004).

4.1.2. Manganez

Gana, dünyanın önde gelen mangan üreticilerindendir. 2017 yılında 3,003,580 ton mangan ihraç etmiştir. En ünlü yataklar, ülkenin batısındaki Nsuta bölgesinde bulunmaktadır. Hem oksit hem de karbonat tipte bulunan mangan, temel olarak piroluzit ve psilomelan minerallerinden elde edilir (Dixon, 1979; Kleinschrot, 1993). Üst



Şekil 10- Banket Serisi içerisinde, altın içeren konglomeralardan bir görüntü (Goldfields Teknik Raporu, 2012).

Birimian Grubu'na ait manganeeze zengin metasedimanter seviyeleri üzerinde gelişen lateritler ekonomik olarak önemli manganeeze yatakları içermektedir. Cevher, masif, parçalı ya da psilomelan birikmeleri ve boşlukları dolduran piroluzit olarak gözlemlenir (Dixon, 1979; Kleinschrot, 1993). 1914 yılında beri aktif olarak manganeeze madenciliği devam etmekte olup ve günümüzde en büyük müşterisi Çin'dir.

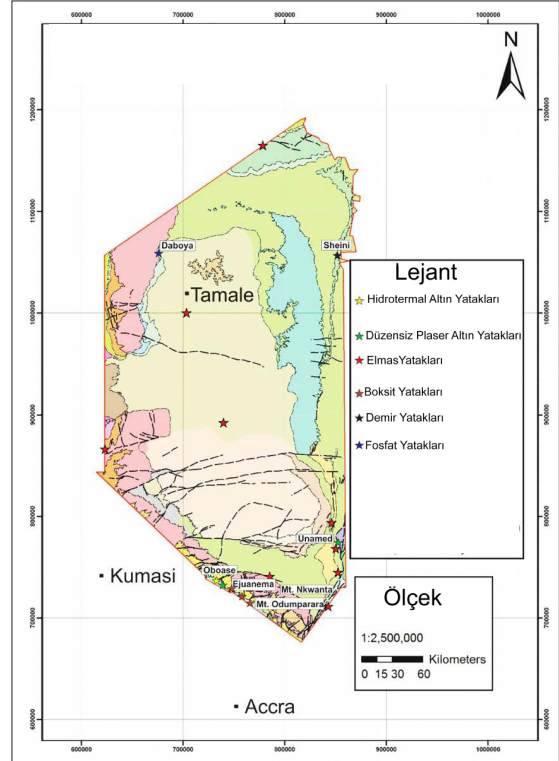
4.1.3. Boksit

Gana, en fazla boksit yatağına sahip Afrika ülkelerinden birisidir. Cevherleşme genel olarak, lateritik-silikat tipi olup gipsit, böhmite ve diaspor minerallerinden oluşmaktadır. Birimian birimleri içerisinde gelişen cevherleşmenin eski penplainlerin erozyon yüzeyinde ve 600 m rakımdaki dağların tepelerindeki düzlüklerde cevherleşme görülmektedir (Kesse, 1985). Kuşak tipi granitoidlerin üstünde çökelmiş, yaklaşık 300 m kalınlığındaki kumtaşı ve şeyl birimlerinin tropikal iklim koşullarında günlenmesi sonucu lateritlemiştir. Bu lateritler, suların hareketiyle silikanın kimyasal tanelerin yıkanması sonucu boksitçe zenginleşmiştir (Boamah, 2017). Volta Havzası içerisinde gelişen yataklar ise masiften ziyade tanelerin yoğunlaşmasıyla oluşan, iyi kalitede cevher içeren yataklardır. Boksit, alüminyum kaynağı olarak mücevherat sektöründe ve ülkenin döviz kurları gelirini arttırmakta kullanılır. Toplam rezerv, ~ %49'u alüminyum, %2.3'ü silika olmak üzere yaklaşık 19 milyon tondur (Kesse, 1984). Kibi, Awaso (Birimian birimleri içindedir) ve ülkenin doğusundaki Ejuanema (Volta Havzası içindedir) yatakları, ülkenin önemli boksit yataklarıdır (Şekil 11).

4.1.4. Demir

Volta Havzası tabanında depolanan Oti/Pendjari Grubu ile kontağı bindirme faylı olan Buem Formasyonu sınırında ekonomik açıdan önemli bantlı demir oluşumları görülmektedir (Boamah, 2017). Buem Formasyonu içerisindeki kuvarsit seviyelerinde gelişen Sheini Demir Madeni, Gana'nın büyük demir cevherleşmelerindedir (Kesse, 1985; Abu vd., 2019; Şekil 11). Cevher minerali olarak değerlendirilen hematit ve martit mineralleri, magnetit mineralinin oksidasyonu ile oluşmuştur. Sheini Madeni tabanında, demir cevherinin siderit ve amorf silikayla ornatıldığı gözlemlenmiştir. Buda cevherleşmenin

oluşumundan sonra hidrotermal ve tektonik süreçlerin etkili olduğunu göstermektedir (Abu vd., 2019). Sheini Demir Madeni'nin tenörü %33.8 olup, muhtemel kaynağı 1.312 milyar ton olarak belirlenmiştir (Afrika Enerji Politikaları Merkezi Raporu, 2016).



Şekil 11- Volta Havzası içerisinde gelişmiş altın, elmas, boksit, demir ve fosfat cevherleşmelerinin dağılımı (Jordan vd., 2009; Abu vd., 2019).

4.1.5. Elmas

1919 yılından beri elmas potansiyeli bilinen Gana'da, 2 büyük elmas bölgesi bulunmaktadır: bunlardan birisi Tarkwa şehrine yakın olan Bonsa nehri civarında, diğeri ve daha önemlisi ise Akwatia ve Oba şehirleri arasında olan Birim nehri vadisidir. Elmas yatakları plaser tiptedir ve elmas içeren seviyenin kalınlığı yaklaşık 2 m, uzunluğu ise 3-5 km'dir. Elması yüzeye getiren kaynak tartışmalıdır. Appiah vd. (1996)'ne göre Birim bölgesindeki elmasın kaynağı kimberlit bacalarıdır ve metamorfizmaya uğramış bu kimberlitler, Birim nehrinin güneydoğusunda yüzeylenmektedir. McKitrick vd. (1993) ise kimberlitlerin, Eburniyen Orojenezi'yle birlikte deforme olduğunu ve Volta Havzası'nın kalın sedimanter örtüsü altında kaldığını savunmaktadır. Kimberlitlerin, 2029±22 My yaşta olduğu ve Eburniyen Orojenezi'nin son

evresinde sokulduğu düşülmektedir. Canales (2005) ise bölgedeki elmasların, kimberlitlerle değil, komatiitlerle alakalı olabileceğini önermiştir. Ülke'deki elmas yatakları genel olarak artizanal yöntemle işletilmektedir. Gana'daki plaser yataklarda 91.600.000 karat elmas olduğu düşünülmektedir ve 2017 yılı içerisinde 86.925 karat elmas ihraç edilmiştir (Gana Maden Odası, 2018)

4.2. Endüstriyel Hammaddeler

4.2.1. Kireçtaşı

Gana'da birçok irili ufaklı kireçtaşı ve dolomit yatağı bulunmaktadır. Kireçtaşı yataklarının çoğu, çimento endüstrisinde kullanılır. Afenya (1982), Kesse (1975, 1985) ve Iddrisu (1987) Gana'nın doğu bölgesinde Oterkpolu yakınında Alt Volta sedimanter seviyelerde dolomitik kireçtaşları olduğunu bildirmiştir. Iddrisu (1987), kireçtaşı rezervini 8-10 milyon ton olarak hesaplamıştır. Buipe bölgesindeki kireçtaşı/dolomit kaynakları, kuzey Gana'da en büyük kireçtaşı rezervini temsil eder. Toplam rezerv 6 milyon ton kireçtaşı ve 138 milyon ton dolomit'tir (Kesse, 1985). Kuzey Gana'da, Alt Volta sedimanter birimleri içerisindeki Bongo-Da kireçtaşı/dolomit yataklarının rezervleri 15 milyon ton kireçtaşı ve 20-30 milyon ton dolomit'tir ve kalıntılar kireç üretimine uygundur (Kesse, 1985).

4.2.2. Kumtaşı

Volta Havzası kuzeybatısında, Oti/Pendjari Grubu içerisinde yer alan, silisçe zengin, erozyona dayanıklı arkozik kumtaşları, tarihi anıtların süslemelerinde, bina ve kiliselerde kullanılmaktadır (Anani vd., 2013-2017; Abu vd., 2019). Bu yataklar kuzeydoğuda Gambaga-Nakpanduri bölgesinde, orta kısımda

Kintampo bölgesinde, güneydoğuda ise Kwahu bölgesinde yer alır. Erozyona dayanıklılığının yanı sıra kolay işlenebilir olması dolayısıyla da yol yapımında dolgu ve beton malzemesi olarak kullanılmaktadır (Abu vd., 2019).

4.2.3. Kil Mineralleri

Kumtaşı yatakları bulunduran Oti/Pendjari Grubu içerisinde ekonomik düzeyde önemi olan kaolen ve smektit grubu kil minerallerine rastlanmaktadır. Özellikle smektit grubu kil mineralleri Na-smektit, Ca-Mg smektit ve asit toprak tipi smektit olmak üzere 3 farklı türde gözlemlenir. Bu 3 farklı türdeki smektit mineralleri, hem petrol sondajında hem de inşaat sektöründe su hareketinin kontrolünde kullanılır. Asit toprak tipi smektit, evcil hayvanların kumlarında, yağ emicilerini hızlandırmada ve yağ rengi değiştirilmesinde, suyun bol olduğu bölgelerde kullanılmak üzere tuğla üretiminde kullanılmaktadır (Abu vd., 2019).

Jeomateryal olarak kullanılan kil minerallerinin varlığı ve miktarı, Oti/Pendjari Grubu'nun bölgesel dağılımı ile kontrol edilir (Carney vd., 2010). Kil minerallerinin ekonomik önemi ve Volta Havzası içerisinde lokasyonları Çizelge 2'de görülmektedir.

4.2.4. Fosfat

Hayvansal hammaddelerde bitki gübresi ve katkı maddelerinin üretiminde yaygın olarak kullanılan fosfat, %75 oranında sedimanter, %15 oranında ise magmatik kayalardan elde edilmektedir (Jordan vd., 2009; van Straaten, 2002). Geri kalan %10'luk kısım ise günlenmiş kayalardan ve yarasa gübresinden elde edilmektedir (van Straaten, 2002). Volta Havzası'nda bulunan sedimanter kayalar

Çizelge 2- Volta Havzası'ndaki ekonomik kil mineralleri (Abu vd., 2019).

Mineral	Lokasyon	Birim	Sedimanter Ortam	Kullanımı
Smektit	Volta Havzası Kuzeydoğu ucu	Oti/Pendjari Grubu	Karasal fluvial veya denizel	Evcil hayvan kumu, yağ emicileri, tuğla üretimi
Kaolen	Volta Havzası Kuzeydoğu ucu	Oti/Pendjari Grubu	Karasal fluvial veya yoğun günlenmenin olduğu denizel	Tuğla, kimyasal ve endüstriyel madde üretimi

ekonomik oranda fosfat içermektedir (Şekil 11). Wright vd. (1985) ayrıca, Volta Havzası kuzeydoğusunda, Benin ve Nijer arasındaki sınırın yakınında, tenörü % 15 ila 30 arasında, 100 Mt kaynağa sahip fosfat yatağı bulunduğunu belgelemiştir. Bu nedenle, fosfat anomalilerinin olduğu bölgede daha detaylı arama çalışmalarının yapılması gerekmektedir (Abu vd., 2019).

4.3. Petrol Üretimi

Gana'da petrol sektörü, Gana Ulusal Petrol Kurumu ve Gana Petrol Şirketi tarafından yönetilmektedir. 1900'lü yılların başında, karada başlayan petrol arama çalışmaları, Amerikalı petrol şirketlerinin teşvikiyle 1977'den beri hem karada hem de denizde devam etmektedir. 2013 yılı içerisinde ithal edilen ham petrol 3.9 milyar dolar değerinde, 35.5 milyon varildir. Bu sayı 2014 yılında 37.2 milyon varile çıkmıştır (Bermudez-Lugo, 2017). 2017 yılı içerisinde ülke toplam ihracatının %23'ünü oluşturan petrol, 2021 yılı sonu itibarıyla günde 43.800 varil petrol üretilmesi hedeflenmektedir (Gana Maden Odası, 2018). Tano, Keta, Saltpond ve Volta Havzaları'nda depolanan kayalar, petrol için rezerv kayaç niteliğindedir (Şekil 12). Bugün deniz altında bulunan Tano, Saltpond ve Keta Havzaları, Mesozoyik zamandaki sağ yanallı doğrultu-atımlı fay tektoniğine bağlı olarak transtansiyonal rejimde oluşmuşlardır ve havzalarda depolanan Jura ve Kretase yaşlı kırıntılı kayalar, rezervuar kayaçlardır (Francis vd., 2010).

Volta Havzası, ülke'nin 1/3'ünü kaplamaktadır. 70'li ve 90'lı yıllarda yapılan sondaj çalışmalarında, Oti/Pendjari Grubu ve stratigrafik olarak üzerinde bulunan birimlerin içerdikleri mikrofossil faunaları ve ait oldukları yaş konakları sebebiyle petrol için potansiyel kaynak kayaç olabilecekleri kaydedilmiştir (Abu vd., 2019). Volta Havzası'na ait çökel birimler, deforme kristalin temel kayalar üzerinde depolanmıştır. Bu birimlerin genelde kil, silt, çamur boyutları olduğu ve ardalanmış halde oldukları, stratigrafik olarak genç birime doğru gidildikçe tane boyunun büyüüp kumtaşı birimlerinin depolandığı literatürde yer almıştır. Hem bu litostratigrafik dizilim hem de Volta Havzası'nın kalınlığı petrol oluşumu için uygun ortamı oluşturduğu ve kapanılma mekanizmasının da genel olarak stratigrafi

tarafından kontrol edildiği düşünülmektedir (Abu vd., 2019).

Keta Havzası (Şekil 12), Kretase yaşlı çek-ayır havzasıdır. Yaklaşık 870 m kalınlığında, denizel ve denizel olmayan, organik materyalce zengin, Kretase-Tersiyer yaşlı kumtaşı ve kireçtaşı birimlerinden oluşmaktadır (Gana Ulusal Petrol Kurumu, 2018). Erken Kretase göl şeylleri ve Turoniyen-Konisiyen organik maddece zengin şeylleri, kaynak kayaçlardır. Albiyen, Geç Kretase ve Tersiyer yaşlı kayaçlar rezervuar kayaçlardır. Kapanılma, genel olarak stratigrafiktir fakat yer yer yapısal kontrol de görülmektedir. Havza tabanında bulunan Üst Kretase ve Tersiyer yaşlı fanlar ve turbiditler, petrol arama çalışmaları için hedef oluşturmaktadır (Gana Ulusal Petrol Kurumu, 2018).

Tano Havzası (Şekil 12), Atlantik Okyanusu'nun açılması esnasında gelişen Kretase yaşlı doğrultu-atımlı fay tektoniğiyle oluşan çek-ayır havzasıdır. Aktif riftleşme ve çökme, derin havzaların oluşumuna sebep olmuştur. Genel koşullar, bu derin havzalarda



Şekil 12- Gana'da petrol potansiyeline sahip kara ve denizdeki havzaların dağılımı (<https://www.slideshare.net/saviour123/ugrc-140-d-fossil-fuels>).

Senomaniyen ve Turoniyen dönemde organik maddece zengin şeyl depolanmasına sebep olmuştur (Gana Ulusal Petrol Kurumu, 2018). Bu birimler petrol içerirler. Kapanlanma hem stratigrafik hem de yapısal unsurlarca kontrol edilir (Gana Ulusal Petrol Kurumu, 2018).

Saltpond Havzası (Şekil 12), Paleozoyik yaşlı çek - ayır havzasıdır. Tano ile Keta Havzaları arasında yer alır ve yaklaşık 12.294 km²'lik bir alanı kaplar. Ordovisiyen'den Kretase'ye kadar süren sedimantasyon, kıyı ya da karasal ortamda gerçekleşmiştir. Havza, birden fazla normal fayın etkisiyle gelişen kompleks horst-graben yapısından oluşmaktadır (Gana Ulusal Petrol Kurumu, 2018). Saltpond Havzasında bilinen tek kanıtlanmış petrol kaynağı, Alt Paleozoyik yaşlıdır. Devoniyen yaşlı kayaçların kaynaklık ettiği, Devoniyen-Karbonifer yaşlı şeyller, rezervuar kayacıdır. Kapanlanma, kumtaşlarının şeyller içerisine girdiği yerlerde stratigrafik, faylarca sınırlanmış bloklarda ise yapısal kontrollüdür (Gana Ulusal Petrol Kurumu, 2018).

5. Gana Maden Yasası

Gana'nın madencilik tarihi, altın madenciliği başta olmak üzere 15. yüzyıla kadar uzanır. Endüstri, bağımsızlık öncesi dönemde madencilik politikasının büyük ölçüde sömürgeci güçlerin çıkarlarına göre mineral üretiminin desteklenmesi amacıyla yönlendirildiği için çok hareketli bir dönem geçirmiştir. 1493 ile 1600 arasında, Gana toplam dünya altın üretiminin % 36'sını karşılamıştır (Turhan, 2014). Kolonileşmeden önce, Gana'daki altın madenciliği, küçük ölçekli işletmelerce yapılmıştır (Turhan, 2014). 1905'ten itibaren kolonileşme ile değişen kanunlarla, arama ve işletme ruhsatlarıyla ilgili düzenlemeler getirilmiştir. Daha sonra, küresel arz ve talep ile ilgili farklılıklar ve İkinci Dünya Savaşı'nın etkisiyle, Gana'nın dünya maden sektöründeki payı azalmıştır. Bağımsızlık sonrası dönemde, devlet maden kaynaklarıyla alakalı söz hakkını elinde bulundurmuştur. Ülkede madencilik sektörü 1983 yılına kadar durgun bir süreç geçirmiştir. Bu durgunluk, özellikle altın sektöründe yaşanan kötü gidişat, küresel pazar koşulları ve yatırımcı belirsizliğinin bir sonucu olarak yorumlanmaktadır (Mineral ve Maden Politikası, 2014). Gana'nın maden kaynakları, Gana halkının ortak çıkarları için kullanılması

gereken kamu mallarıdır düşüncesinden hareketle, hükümet, madenleri ve madencilik politikasını düzenleyen ve denetleyen yasa ve kurumlar oluşturmuştur.

Madencilik sektörünü düzenleyen ve denetleyen ilgili kurumlar:

- Arazi ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı: Madencilik sektörüyle alakalı genel sorumluluklarla ilgilenir.
- Çevre Koruma Ajansı (EPA): çevreden sorumlu Bakanlık, Orman Komisyonu ve Su Kaynakları Komisyonu ile birlikte madencilik sektörünün çevre düzenlemesinde kilit rolere sahiptir. 1994 yılında kurulan Çevre Koruma Ajansı, çevrenin düzenlenmesi ve çevre politikalarının uygulanmasını sağlanması için kurulmuştur. Gana'da çevre koruma ve geliştirme için önde gelen kamu organıdır ve düzenleme ve uygulama rollerini üstlenir. Maden arama, işletme, geliştirme, kapatma ve iyileştirme çalışmaları başlamadan önce Çevre Koruma Ajansı'nın belirlediği protokoller doğrultusunda gereklilikler yerine getirilmeli ve her basamak başlamadan önce, başlanacak basamağın ayrıntılı planı belirlenerek gerekli çevre izinleri alınmalıdır. Hazırlanan planlarda atık depolama ve pasaya yığınlarının lokasyonları gibi önemli detaylar yer almalıdır. Çevre izni alınmadan herhangi bir operasyona başlanması yasalara uygun değildir.
- Mineraller Komisyonu: Madencilik Yasası'nı geliştirmek, mineral politikasını düzenlemekle sorumludur. Hükümete, maden konularında danışmanlık yapar ve endüstri ile hükümet arasındaki bağlantı görevini görür.
- Jeolojik Araştırma Kurumu: harita dahil jeolojik verilerin üretimi ve bakımıyla ilgilenir (Mineral ve Maden Politikası, 2014).
- Ülke'de maden arama ve işletme faaliyetleri için ruhsat alınması gerekir. Ruhsat verme yetkisi Maden Bakanı'nındır (Mineral ve Maden Politikası, 2014; Turhan, 2014). Ruhsat alınmadan maden arama ve işletme faaliyetleri yapılamaz. Genel olarak üç tür ruhsat vardır:
 - Ön Arama (Keşif) Ruhsatı: Bu ruhsat sahibinin, araziye girebilirler, kamp veya geçici binalar kurabilirler. Jeolojik araştırma,

etüt, uzaktan algılama yöntemleri ile arama, numune alma işleri yapabilirler ancak sondaj ve kazı yapamazlar. Süresi 12 aydır.

- Arama Ruhsatı: Bu ruhsatı alabilmek için bir faaliyet programı verilmelidir. Ruhsat süresi 3 yıldır.
- İşletme Ruhsatı: İşletme Ruhsatı süresi, azami 30 (otuz) yıldır. Süre, müracaat eden kişi ile anlaşarak belirlenir (Mineral ve Maden Politikası, 2014; Turhan, 2014).

6. Sonuç ve Öneriler

Gana Cumhuriyeti, altın, elmas, boksit, manganez ve hammadde yatakları açısından dünya çapında önemlidir. Ülkede, hem aramacılık hem de aktif madencilik faaliyetleri devam etmektedir.

Gana'daki mevcut altın cevherleşmeleri, genel olarak orojenik tiptedir. Kuzeydoğu uzanımlı 5, kuzey-güney uzanımlı 1 adet kuşak boyunca altın cevherleşmesinin görüldüğü ülkede, en fazla altın işletmeciliği Ashanti Kuşağı boyunca yapılmaktadır. Diğer kuşaklarda da altın işletmeleri olmakla birlikte, Ashanti Kuşağı'ndaki gibi zengin yataklar henüz bulunamamıştır. Ashanti Kuşağı'ndaki yoğun cevherleşmelere sebep olan jeolojik süreçler henüz bilinmez iken, diğer kuşaklarda da bu tip zengin yatakların varlığı ya da yokluğuna yönelik gerekli detayda jeolojik ve maden arama çalışmaları yapılmamıştır.

Ülke genelinde bulunan orojenik ve epitermal altın yataklarının yalnızca birkaç tanesi üzerinde gerekli detaylı jeolojik çalışmaları yapılmıştır. Diğer birçok yatağın ise oluşumu, kökeni ve yayılımı hakkında literatürde sınırlı bilgi bulunmaktadır, dolayısıyla madenlerin işletme planları için gerekli verinin sağlanmasında güçlük çekilmektedir.

Ayrıca ülkenin 1/3'ünü kaplayan, cevherli ana kayalardan türediği öngörülen ve kalınlığı yaklaşık 5 km olan Volta Havzası içerisinde özellikle plaser tipte altın ve elmas yatakları ve endüstriyel hammadde potansiyeli literatürde az sayıda araştırmacı tarafından vurgulanmıştır. Fakat kökenleri, lokasyonları, dağılımları ve devamlılıkları hakkında önemli detaylara henüz tamamen değinilmemiştir.

Gana'da yapılacak jeoloji ve maden arama projeleri, hem bölgenin jeolojik geçmişi ve maden potansiyeli hakkındaki mevcut bilgi

birikimine katkı sağlayacak, hem de yeraltı kaynaklarının daha verimli değerlendirilmesi konusunda faydalı olacaktır. Projelerde yer alan yerbilimcilere hem tecrübe hem de vizyon katacaktır.

Değinilen Belgeler

Abu, M., Sunkari, E.D., Sener, M. 2019. Untapped Economic Resource Potential of the Neoproterozoic to Early Paleozoic Volta Basin, Ghana: A Review. *Natural Resources Research* <https://doi.org/10.1007/s11053-019-09478-5>.

Adadey, K., Clarke, B., Théveniaut, H., Urien, P., Delor, C., Roig, J.Y., Feybesse, J.L. 2009. Geological map explanation-Map sheet 0503 B (1:1 000 000), CGS/BRGM/Geoman. Geological Survey Department of Ghana (GSD), No MSSP/2005/GSD/5a.

Affaton, P., Rahaman, M.A., Trompette, R., Sougy, J. 1991. The Dahomeyide Orogen: tectonothermal evolution and relationships with the Volta basin. In: R.D. Dallmeyer and J.P. Lecorche (Editors), *The West African Orogens and Circum-Atlantic Correlatives*. Springer-Verlag, Berlin, pp. 107-122.

Afenya, P.M. 1982. Ghana's mineral resources for small-scale mining industries. In: JM Neilson (editor) *Strategies for small-scale mining and mineral industries*, AGID Rep. 8:24-28.

Afrika Enerji Politikaları Merkezi, 2016. *The Potential Fiscal Contribution of the Sheini Iron Ore Deposits in Northern Ghana*.

Allibone, A., Teasdale, J., Cameron, G., Etheridge, M., Uttley, P., Soboh, A., Appiah-Kubi, J., Adanu, A., Arthur, R., Mamphey, J., Odoom, B., Zuta, J., Tsikata, A., Pataye, F., Famiyeh, S., Lamb, E. 2002. Timing and structural controls on gold mineralization at the Bogoso Gold Mine, Ghana, West Africa. *Economic Geology* 97, 949-969.

Amponsah, P. O., et al. Geology and geochemistry of the shear-hosted Julie gold deposit, NW Ghana. *J. Afr. Earth Sci.* (2015). <http://dx.doi.org/10.1016/j.jafrearsci.2015.06.013>

Amponsah P. O. 2016. Comparative studies of the structural and alteration controls on gold

- mineralization in the Wa-Lawra region, NW Ghana. *Mineralogy*. Universite Toulouse III Paul Sabatier. English. <tel-01320937>. PhD Thesis.
- Anani, C., Abu, M., Daniel, K., Daniel, K. A. 2017. Provenance of Sandstones from the Neoproterozoic Bombouaka Group of the Volta Basin, northeastern Ghana. *Arab Journal of Geosciences*. <https://doi.org/10.1007/s12517-017-3243-2>.
- Anani, C., Modupe, M., David, A., Jacob, K., Daniel, A., Boamah, D. 2013. Geochemistry and provenance of sandstones from Anyaboni and surrounding areas in the Voltaian basin, Ghana. *International Research Journal of Geology and Mining*, 3(6), 206-212.
- Appiah, H., Norman, D.I., Kuma, J.S. 1996. The diamond deposits of Ghana: Africa Geoscience Review, v. 3, no. 2, p. 261–272.
- Asanko Gold Mine, 2014. An Independent Qualified Person's Report on Asanko Gold Mine in the Ashanti Region, Ghana. N43-101 Teknik QP Raporu, CJM Consulting.
- Assie, K. E. 2008. Lode gold mineralization in the Paleoproterozoic (Birimian) volcano-sedimentary sequence of Afema gold district, southeastern Cote d'Ivoire. PhD Thesis.
- Bermudez-Lugo, O. 2017. The Mineral Industry of Ghana, 2013. Mineral Yearbook, USGS, USA.
- Black R., Liégeois J. P. 1993. Cratons, mobile belts, alkaline rocks and continental lithospheric mantle: the Pan-African testimony. *Journal of the Geological Society, London* 150:89–98.
- Boamah, K. O. 2017. Minerogeny of the Pan-African Volta Basin, Ghana. Ph.D. thesis, TU Bergakademie, Freiberg.
- Carney, J. N., Jordan, C. J., Thomas, C. W., Condon, D. J., Kemp, S. J., Duodo, J. A. 2010. Lithostratigraphy, sedimentation and evolution of the Volta Basin in Ghana. *Precambrian Research*, 18, 701-724.
- Canales, Dylan G. 2005. The Akwatia diamond field, Ghana, West Africa—Source rocks: Socorro, New Mexico Institute of Mining and Technology, M.Sc. dissertation, 143 p.
- Culver, S.J., Williams, H.R. 1979. The late Precambrian and Phanerozoic geology of Sierre-Leone. *J. Geol. Soc. London*, 136: 605-618.
- Dampare, S.B., Shibata, T., Asiedu, D.K., Osa, S., Banoeng-Yakubo, B. 2008. Geochemistry of Paleoproterozoic metavolcanic rocks from the southern Ashanti volcanic belt, Ghana: Petrogenetic and tectonic setting implications. *Precambrian Research*, 162, 403-423.
- Davis, D.W., Hirdes, W., Schaltegger, U., Nunoo, E.A. 1994. U-Pb age constraints on deposition and provenance of Birimian and gold-bearing Tarkwaian sediments in Ghana, West Africa. *Precambrian Research* 67, 89-107.
- De Kock, G.S., Théveniaut, H., Botha, P.M.W., Gyapong, W. 2011. Timing the structural events in the Palaeoproterozoic Bolé–Nangodi belt terrane and adjacent Maluwe basin, West African craton, in central-west Ghana. *J. Afr. Earth Sci.* 65, 1–24.
- Deynoux, M., Affaton, P., Trompette, R., Villeneuve, M. 2006. Pan-African tectonic evolution and glacial events registered in Neoproterozoic to Cambrian cratonic and foreland basins of West Africa. *Journal of African Earth Sciences*, 46(5), 397-426.
- Dixon, C. J. 1979. Atlas of Economic Mineral Deposits. Chapman ve Hall.
- Eisenlohr, B.N., Hirdes, W. 1992. The structural development of the early Proterozoic Birimian and Tarkwaian rocks of southwest Ghana, West Africa. *J. Earth Sci.* 14, 313-325.
- Feybesse, J.-L., Billa M., Guerrot C., Duguey E., Lescuyer, J., Milési, J.P., Bouchot, V. 2006. The Paleoproterozoic Ghanaian province: Geodynamic model and ore controls, including regional stress modeling. *Precambrian Research* 149, 149-196.
- Fougerouse, D. 2015. Geometry and Genesis of Giant Obuasi Gold Deposit, Ghana. Centre for Exploration Targeting School of Earth and Environment, The University of Western Australia. PhD Thesis.
- Fougerouse, D., Micklethwaite, S., Ulrich, S., Miller, J., McCuaig, T.C. 2013. Multistage mineralization of the Obuasi giant gold deposit, Ghana: Biennial SGA Meeting, 12th, 12-15 August 2013, Uppsala, Sweden, Proceedings, v. 3, p. 1105-1108.

- Francis, M., Milne, G., Herbst, N., Abu, C. 2010. Play Fairways Analysis and Hydrocarbon Potential of the Keta Basin, Deep-Water Ghana. AAPG Afirca Region Annual Conference, Abuja, Nigeria.
- Hirdes, W., Davis, D.W., Eisenlohr, B. N. 1992. "Reassessment of Proterozoic Granitoid Ages in Ghana on the basis of U/Pb Zircon and Monazite Dating". *Precambrian Research*, vol. 56, pp. 89-96.
- Hoffman, P.F. 1999. The break-up of Rodinia, birth of Gondwana true polar wander and the snowball Earth. *Journal of African Earth Sciences*, 28, 17-33.
- Gana Bankası, 2018. Monetary Policy Summary. Accra: Bank of Ghana.
- Gana Maden Odası, 2018. Report on the performance of the mining industry 2017: Accra, Ghana, Ghana Chamber of Mines.
- Griffis, R.J., Barning, K., Agezo, F.L., Akosah, F.K. 2002. Gold deposits of Ghana, Minerals Commission, Accra, 432pp. Gold Fields, 2012. Technical Short Form Report.
- Goldfields Teknik Raporu, 2012. Tarkwa Gold Mine, Technical Short Form Report.
- Iddrisu Y. 1987. Rock phosphate prospects in Ghana. In: Wachira JK and AJG Notholt (eds.) *Agrogeology in Africa*. Commonwealth Sci. Council, Technical Publ. Series 226: 67-76.
- Jessell, M. W., Amponsah, P. O., Baratoux, L., Asiedu, D. K., Loh, G. K., Ganne, J. 2012. Crustal-scale transcurrent shearing in the Paleoproterozoic Sefwi-Sunyani-Comoé region, West Africa. *Precambrian Research*, 212, 155-168.
- Jordan, C. J., Carney, J. N., Thomas, C. W., McDonnell, P. 2009. Ghana airborne geophysics project in the Volta and Keta Basin: BGS final report. Nottingham British Geological Survey.
- Kalsbeek, F., Frei, R. 2010. Geochemistry of Precambrian sedimentary rocks used to solve stratigraphical problems: An example from the Neoproterozoic Volta basin, Ghana. *Precambrian Research*, 176(1-4), 65-76.
- Kesse, G.O., 1975. Limestone deposits of Ghana. Ghana Geol. Survey Report No. 75/4, 16pp.
- Kesse, G.O. 1975. Limestone deposits of Ghana. Ghana Geol. Survey Report No. 75/4, 16pp.
- Kesse, G.O. 1984. The Geology Of The Bauxite Deposits Of Ghana, Organization: Society for Mining, Metallurgy & Exploration, pp. 31.
- Kesse, G.O. 1985. The mineral and rock resources of Ghana. Balkema, Rotterdam, 610pp.
- Kesse, G.O. 1990. An overview of gold resources in Ghana. In: Barning, K. (Ed.), *Symposium on gold exploration in tropical rain forest belts of southern Ghana*, Minerals Commission, Accra, 3-11.
- Kitson, A. E. 1928. Provisional geological map of the Gold Coast and western Togoland, with brief descriptive notes thereon. *Gold Coast Geol. Surv. Bull.* no. 2.
- Kleinschrot, D., Klemid, R., Bröcker, M., Okrusch, M., Franz, L., Schmidt, K. 1993. The Nsuta Manganese Deposit, Ghana: Geological Setting, Ore-forming Process and Metamorphic Evolution. *Z. Angew. Geol.*, 39
- Leube, A., Hirdes, W., Mauer, R., Kesse, G.O. 1990. The early proterozoic birimian super group of Ghana and some aspects of its associated gold. *Precambrian Res.* 46 (1-2), 139e-165..
- Loh, G., Hirdes, W., Anani, C., Davis, D.W., Vetter, U. 1999. Explanatory notes for the geological map of Southwest Ghana 1: 100,000. *Geologisches Jahrbuch B* 93, 150.
- McKittrick, S.A., Norman, D.I., Appiah, H. 1993, Proterozoic Ghanaian metakimberlites [abs.]: American Geophysical Union Fall Meeting, December 6-10, 1993, San Francisco.
- Mineral ve Maden Politikası, 2014. Minerals-Mining Policy of Ghana: Ensuring mining contributes to sustainable development.
- Milési, J.P., Ledru, P., Feybesse, J.L., Dommanget, A., Marcoux, E. 1992. Early Proterozoic ore deposits and tectonics of the Birimian orogenic belt, West Africa. *Precambrian Research*, 58, 305-344.
- Nédélec, A., Affaton, P., Grance-Lanord, C., Charrière, A., Alvaro, J. 2007. Sedimentology and chemostratigraphy of the Bwipe Neoproterozoic cap dolostones (Ghana,

- Volta Basin): A record of microbial activity in a peritidal environment. *C.R. Geoscience*, 339, 223-239.
- Oberthir, T., Vetter, U., Davis, D.W., Amanor, J.A. 1998. Age constraints on gold mineralization and Paleoproterozoic crustal evolution in the Ashanti belt of southern Ghana: *Precambrian Research*, v. 89, p. 129-143.
- Perrouty, S., Aillères, L., Jessell, M.W., Baratoux, L., Bourassa, Y., Crawford, B. 2012. Revised Eburnean geodynamic evolution of the gold-rich southern Ashanti Belt, Ghana, with new field and geophysical evidence of pre-Tarkwaian deformations. *Precamb. Res.* 204–205, 12–39.
- Perrouty, S., Jessell, M.W., Bourassa, Y., Miller, J., Apau, D., Siebenaller, L., Velásquez, G., Baratoux, L., Aillères, L., Béziat, D., Salvi, S. 2015. The Wassa deposit: A poly-deformed orogenic gold system in southwest Ghana – Implications for regional exploration. *Journal of African Earth Sciences*, <http://dx.doi.org/10.1016/j.jafrearsci.2015.03.003>.
- Porter, S.M., Knoll, A.H., Affaton, P. 2004. Chemostratigraphy of Neoproterozoic cap carbonates from the Volta Basin, West Africa. *Precambrian Research*, 130, 99-112.
- Pigois, J.P., Groves, D.I., Fletcher, I.R., McNaughton, N.J., Snee, L.W. 2003. Age constraints on Tarkwaian palaeoplacer and lode-gold formation in the Tarkwa- Damang district, SW Ghana. *Mineralium Deposita* 38, 695-714.
- Strachan, R., Holwell, D., Bonson, C., Wasel, M. 2014. Structural and Lithological Controls on Gold Mineralisation at the Wassa Mine, University of Leicester and SRK (öz).
- Sylvester, P.J., Attoh, K. 1992. Lithostratigraphy and composition of 2.1 Ga greenstone belts of the West African craton and their bearing on crustal evolution and Archean-Proterozoic boundary. *Journal of Geology*, 100, 377-393.
- Smith, A.J.B., Henry, G., Frost-Killian, S. 2016. A review of the Birimian Supergroup- and Tarkwaian Group-hosted gold deposits of Ghana. *Episodes*, 39, 177-197. <https://doi.org/10.18814/epiugs/2016/v39i2/95775>
- Sunkari, E.D. 2018. Orogenic gold deposits in Ghana. Doctorate Seminar Report, Niğde Ömer Halisdemir University, Graduate School of Natural and Applied Sciences, Niğde (yayımlanmamış).
- Taylor, R.D., Anderson, E.D. 2018, Quartz-pebble-conglomerate gold deposits: U.S. Geological Survey Scientific Investigations Report 2010–5070–P, 34 p., <https://doi.org/10.3133/sir20105070P>.
- Tunks, A. J., Selley, D., Rogers, J. R., Brabham, G. 2004. Vein mineralization at the Damang Gold Mine, Ghana: controls on mineralization, *J. Struct. Geol.*, 26, 1257–1273.
- Turhan, M. 2014. Madencilikte Önemli Bazı Ülkelerde Maden Hukuku ile ilgili Mevzuat. Türkiye Madencilik Derneği Yayınları, İstanbul.
- Van Straaten, P. 2002. Rocks for Crops: Agrominerals of Sub-Saharan Africa. ICRAF, Nairobi, Kenya, 338 pp.
- Villeneuve, M., Cornee, J.J. 1994. Structure, evolution and palaeogeography of the West African craton and bordering belts during the Neoproterozoic. *Precambrian Res.* 69, 307–326.
- Wright, J. B., Hastings, D. A., Jones, W. B. 1985. Geology and mineral deposits of west Africa (p. 189). London: Allen and Unwin.
- Whitelaw, O.A.L. 1929. The Geological and Mining Features of the Tarkwa-Abosso Goldfield. Gold Coast Geological Survey, Memoir No. 1, 46 p.
- Yace, I. 1984. Le précambrien de l’Afrique de l’Ouest et ses corrélations avec le Brésil oriental. Rapport final, Publication Programme International de Corrélation Géologique (PICG)-Centre International pour la Formation et les Echanges en Géosciences (CIFEG), n°2, Paris, 28 p.
- Yao, Y., Murphy, P.J., Robb, L.J. 2001. Fluid Characteristics of granitoid-hosted gold deposits in the Birimian terrane of Ghana: a fluid inclusion microthermometric and Raman spectroscopic study. *Economic Geology*, 96, 1611-1643.

Değinilen Web Tabanlı Belgeler

<https://www.slideshare.net/saviour123/ugrc-140-d-fossil-fuels>

Gana Ulusal Petrol Kurumu, 2018. <https://goil.com.gh/>