

터키의 광물자원 및 광업 생산 현황

Mining and Mineral Resources of Turkey

이범한 · 고상모

한국지질자원연구원 광물자원연구본부

터키는 동, 금, 철, 아연, 은, 주석 등 금속 광물이 채광되고 있으며, 세계 붕소 매장량의 29%, 벤토나이트 20%, 펠라이트 46%가 부존되어 있다. 터키 광업의 주요 수익원은 대리석, 자연석, 붕소, 경석(輕石), 장석 등이며, 최근에는 금, 은, 구리, 크롬 및 망간 등의 자원도 각광받고 있다(코트라, 2013). 석탄(갈탄)은 터키 에너지 수요의 30%를 충족하는 전략자원으로 간주되고 있다(코트라, 2013). 터키의 광업 생산은 2004년에서 2009년까지 연평균 성장률이 8%로 성장하였으나, 경기 침체로 인하여 2007년 8.4%에서 2009년 5.9%로 하락하였다(ICD Research, 2011a). 이후 터키의 광산업은 회복의 조짐을 보이고 있으며 2010년에서 2015년까지 연평균 성장률이 4.58% 성장할 것으로 예상된다(ICD Research, 2011a).

● 광물자원 현황

터키의 광물자원은 매우 다양하지만 금속광물의 매장량은 세계적인 규모에 못 미친다(Hendrik, 1994). 비금속 광물은 중정석, 붕소, 점토, 석회암, 대리석, 마그네사이트, 펠라이트 등의 대규모 광상을 갖고 있다(Hendrik, 1994). 터키의 광물자원 현황에 대해 Yigit (2009)의 논문과 기타 참고문헌을 발췌하여 정리하였다.

터키 대부분의 광상은 네오테티스(Neotethys)

와 관련된 알프스 조산운동 기간에 형성되었고 일부 광상은 팔레오테티스(Paleotethys)와 관련된 헤르시니아(Hercynia) 조산운동 기간에 형성되었다. 터키에서 비교적 대규모로 채광이 가능한 금속 광물은 보크사이트, 크로마이트, 동, 금, 철, 은 등이고, 연, 아연, 안티몬 등의 광산은 비교적 적은 양으로 생산되고 있다. 동은 2000년에 447만톤으로부터 76,000 톤을 생산하였다(Mobbs, 2000). 이는 주로 Murgul, Cayeli, Kure, Ergani 광산에서 생산된 것이다. 비금속 광물의 경우 최근에 6억 7백만 톤의 자원량을 갖는 Kazan의 트로나 광상이 발견되었다(Rio Tinto, 2003). Kazan의 동북동 방향 약 60 km 떨어진 Bepazari 트로나 광산은 약 2억 36백만톤의 자원량을 갖는다.

터키의 반암 동 광상 탐사는 1970년대 초 UNDP(United Nations Development Program)와 터키광물탐사국(MTA)에 의해 시작되어 몇 개의 유망한 지역을 찾았으나 경제적인 규모의 광상을 찾지는 못했다. 최근의 탐사에서는 많은 반암 금-동 광상을 찾았고 그 중 Kisladag과 Copler가 경제적인 규모를 갖는 반암 금 광상이다. 터키의 반암 동-금-(몰리브덴) 광상은 후기 백악기에서 마이오세의 호상열도와 대륙호와 관련된 화강암과 관련이 깊다. 터키의 반암 광산은 북동부, 중동부, 서부, 북서부로 크게 네 개의 지역으로 구분된다(그림 1). 북서부의

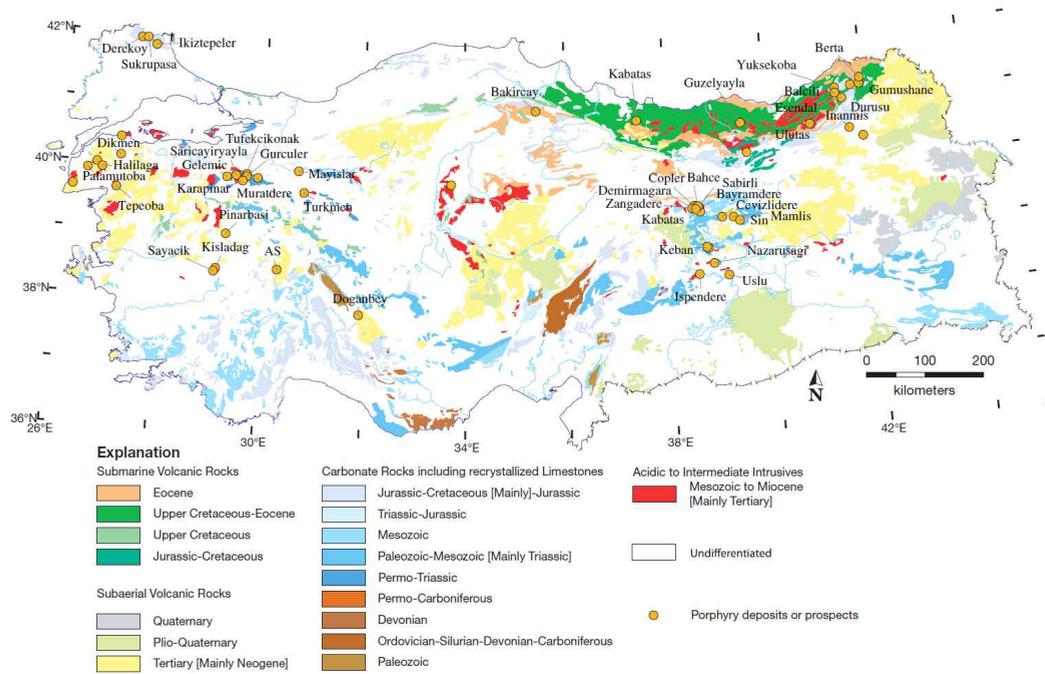


그림 1. 터키 반암 광상 또는 유망지의 분포(Yigit, 2009).

반암/스카른 광화작용은 백악기 후기의 자철석 계열 I-type 화강암과 관련된다(Ohta et al., 1988). 북동부의 반암 유망지들은 후기 백악기에서 에오세에 이르는 I-type 칼크알칼린 관입암체와 같은 방향성을 따른다(Moore et al., 1980). 서부의 Halilaga 반암 유망지는 석영 또는 사장석-각섬석 반암으로 올리고세의 안산암 및 응회암과도 관련된다(Grieve, 2007).

터키에는 반암대와 같은 방향성을 갖는 많은 스카른 광상이 있으나 대부분은 경제적인 규모를 갖지 못한다(그림 2). 대부분의 철-동, 연-아연, 텅스텐, 몰리브덴 스카른 광상은 규모가 작지만 동부의 Cöpler, Keban 지역과 서부의 Bursa-Kutahya 지역, 북서부의 Derekoy 지역에서는 반암 시스템과 밀접하게 관련된다. 중동부의 Hasancelebi, Divrigi 지역, 서부의 Ayazmant, Samli 지역 등 일부 철-동 스카른 광상은 IOCG (iron oxide copper-gold) 시스템의 가능성을 갖

고 있다. 중남부의 연-아연 스카른 광상은 탄산염 교대 광화작용과 관련이 깊다.

터키의 천열수 금-은/수은-안티몬 광상은 크게 북동부와 서부에 집중된다(그림 3, 4). 북동부 지역의 천열수 광상은 대부분 백악기 후기에서 에오세의 칼크알칼린 화산암과 관련된다. 반면 서부 지역의 천열수 광상은 신제3기 화산암과 관련된다. 중남부의 Konya 화산암 복합체는 최근 조사를 통해 발견된 천열수 광화작용의 새로운 유망지이다(그림 3의 Inlice). 대부분의 천열수 광상과 유망지는 귀금속, 기초금속과 함께 수은, 안티몬이 함께 산출된다. 터키의 천열수 광상은 저유황형과 고유황형이 모두 나타난다. 고유황형은 북서부의 Biga 반도에 집중되며, Agi Dagi, Kirazli 광상 등이 있다(그림 3). 저유황형은 서부 Ovacik 광상과 북동부 Biga 반도의 Kucukdere 광상이 대표적이다(그림 3).

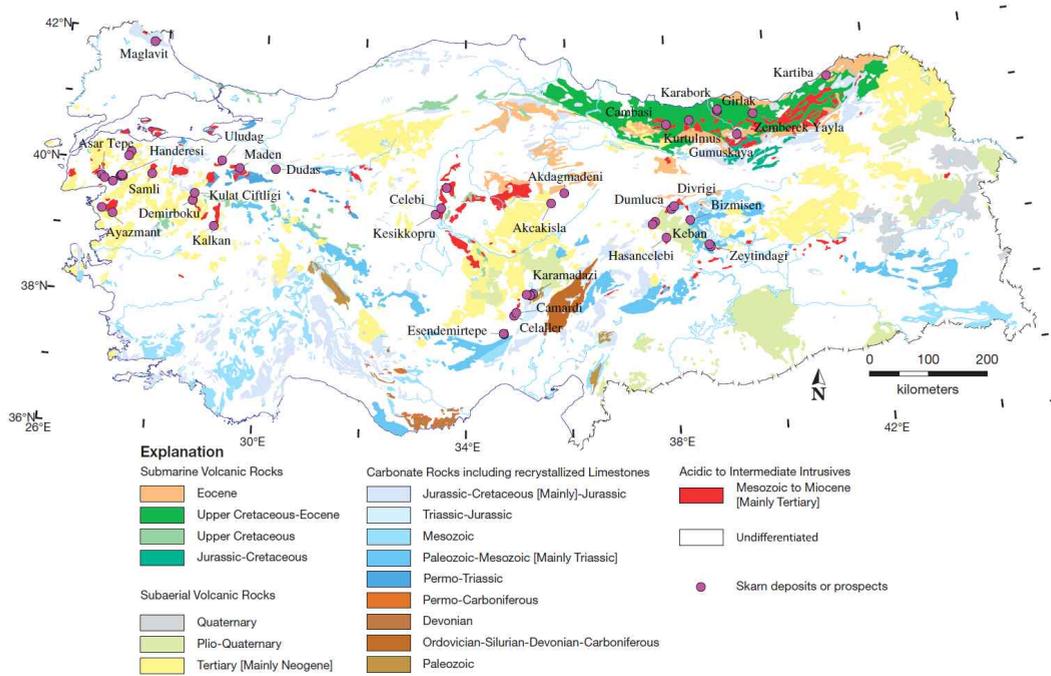


그림 2. 터키 스카른 광상 또는 유망지의 분포(Yigit, 2009).

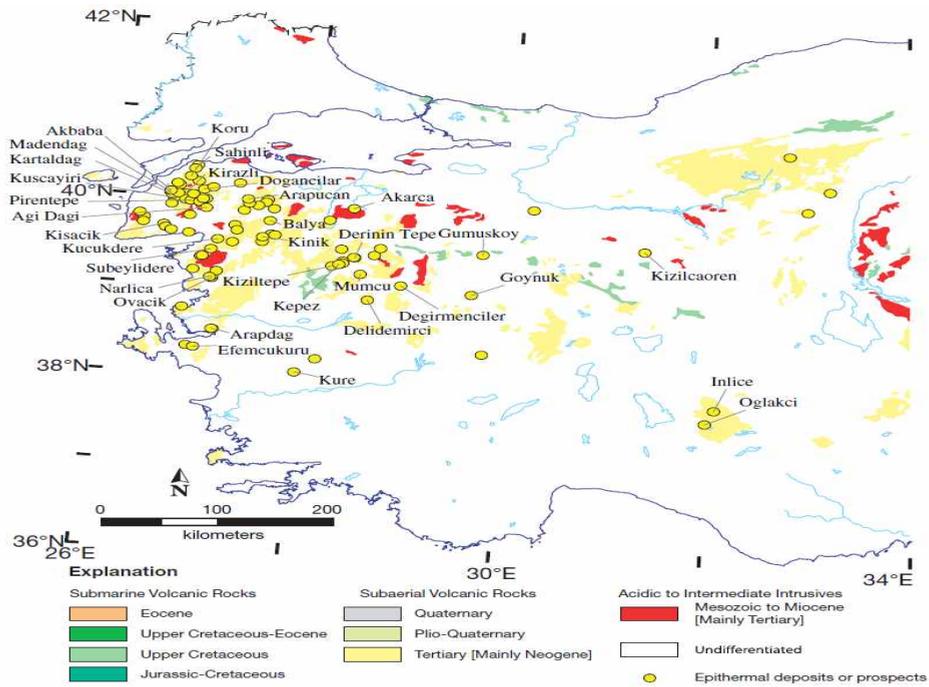


그림 3. 터키 서부 지역의 천열수 광상 또는 유망지의 분포(Yigit, 2009).

터키의 다금속 화산기원 괴상 유화광상 (volcanic-associated massive sulfide deposits)은 크게 쿠로코형과 싸이프러스형으로 구분된다. 쿠로코형은 터키 북동부의 백악기 후기 두 번에 걸쳐 화산 활동과 관련되며 싸이프러스형은 북부 Kure 지역과 동남부 Ergani 지역의 오피올라이트와 관련된다(그림 5). 중부의 Yenipazar 광상은 쿠로코형, 싸이프러스형이 아닌 변성 (metamorphosed) VMS 광상으로 보고되었다(그림 5).

터키의 붕소 부존량은 약 6천만 톤으로 약 전 세계 붕소 부존량의 29%에 달한다(USGS 2013). 2013년 세계 붕소 생산량은 B₂O₃ 기준으로 490만 톤이며 터키의 생산량은 3백만 톤으로 약 61%를 차지한다. 터키에는 비가디치 (Bigadiç), 에멧(Emet), 케스텔렉(Kestelek), 크르카(Kırka), 술탄차이트(Sultançayırı) 다섯 개의 대표적인 붕소 광상이 있다. 2014년 현재 비가디치, 에멧, 크르카 3개 광장에서 붕소를 생산하고 있으며(그림 6), 이중 비가디치 광상은 세

계에서 가장 큰 붕소 광상으로 알려져 있다 (Koçak and Koç, 2012). 터키에서는 붕소를 전략광물로 지정하여 국영공사인 Eti-Maden에서 만 생산하고 있다(고상모 외, 2014). 터키의 붕소 광상은 신제3기 마이오세(Miocene)의 플라야호(playa lake) 환경에서 형성된 증발형 광상으로 해석되고 있다(MTA, 2014). 붕소 원소의 기원은 붕소를 다량 함유한 마그마가 제3기 마이오세 화산활동에 의한 화산재로 또는 단층대를 따라 이동한 열수로 플라야호에 농집된 것으로 해석된다(MTA, 2014).

기타 광물로 마그네사이트는 Eskisehir-Kütahya 지역에서 집중 산출된다. 벤토나이트 광체는 Fasta, Unye-Orde, Enez-Thrace, Çankiri, Resadiye-Tokat, Kalecik-Ankara 및 Tirebolu-Giresun 지역에 부존되어 있다. 펄라이트는 전 세계 매장량의 46%에 해당하는 4,000톤 이상의 펄라이트가 부존하고 있으며 주로 Menderes, Izmir, Bergama, Çanakkale 등의 지역에 부존되어 있다.

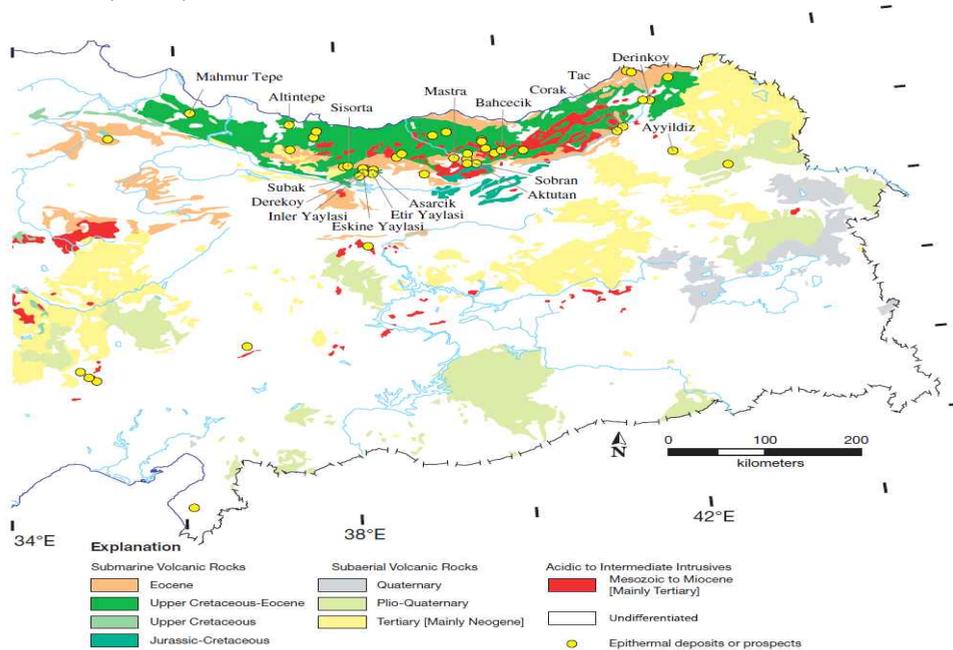


그림 4. 터키 북동부 지역의 천열수 광상 또는 유망지의 분포(Yigit, 2009).

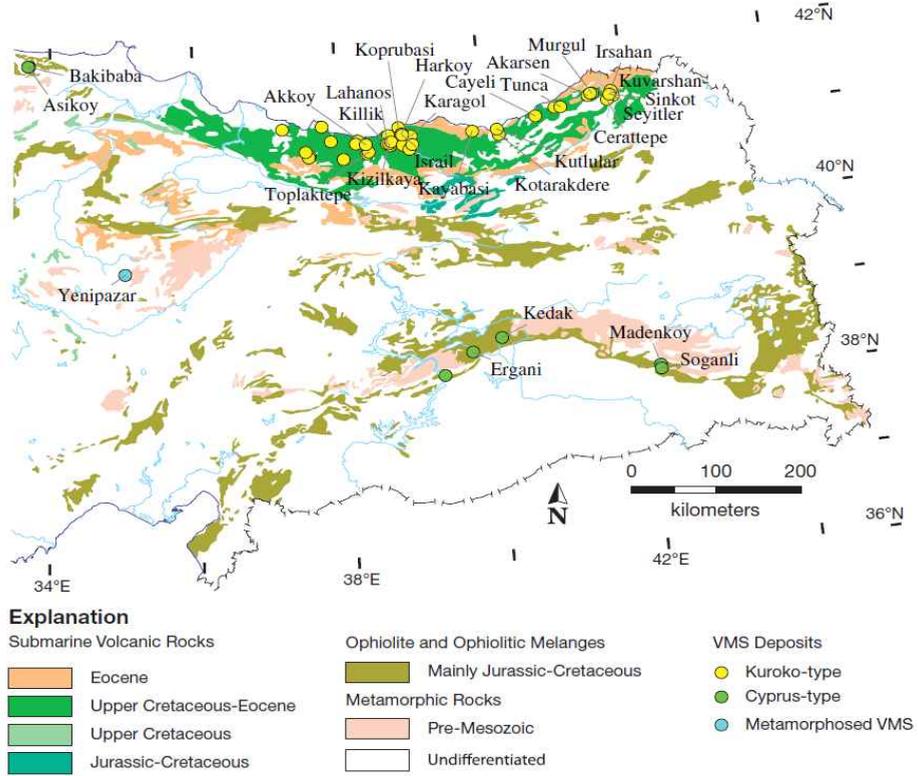


그림 5. 터키 동부 지역 다금속 화산기원 괴상 유화광상의 분포(Yigit, 2009).

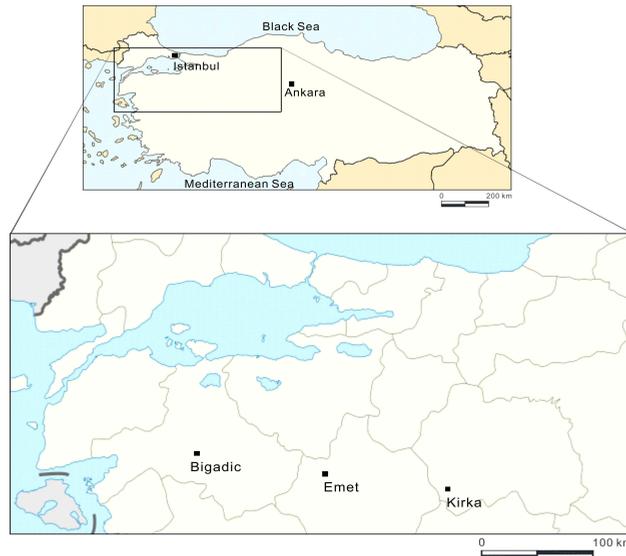


그림 6. 터키 봉소 광상의 분포(고상모 외, 2014).

● 광업 생산 및 전망

터키의 광업 생산 및 전망에 대해 ICD Research (2011a, 2011b)의 보고서를 발췌하여 정리하였다. 터키의 광업 생산은 2004년에서 2009년까지 연평균 성장률이 8%로 성장하였으나, 경기 침체로 인하여 2007년 8.4%에서 2009년 5.9%로 하락하였다(그림 7). 이후 터키의 광산업은 회복의 조짐을 보이고 있으며 2010년에서 2015년까지 연평균 성장률이 4.58% 성장할 것으로 예상된다(그림 7). 광물 생산은 2009년 2억 2,620만 톤에서 2015년 2억 9,480만 톤으로 증가할 것으로 예상되며, 이것은 30% 증가한 수치이다(그림 7).

2009년에 터키 광산업의 생산 가치는 2008년 수치에서 9.9% 성장했다. 원유, 천연가스 및 원자 광물을 제외하고 광물 생산의 총 가치는 107억 달러로 전체 2004년에서 2009년까지 20.14%의 연평균 성장률을 기록했다. 터키의 금 및 기초 금속 탐사 및 개발은 2004년부터 2009년까지 계속 증가하여 투자의 매력이 있다. 그림 8은 가치 측면에서 주요 광산 부문에 걸쳐 광물 생산 동향을 보여준다.

터키는 여러 금속 광물의 순수출국으로서,

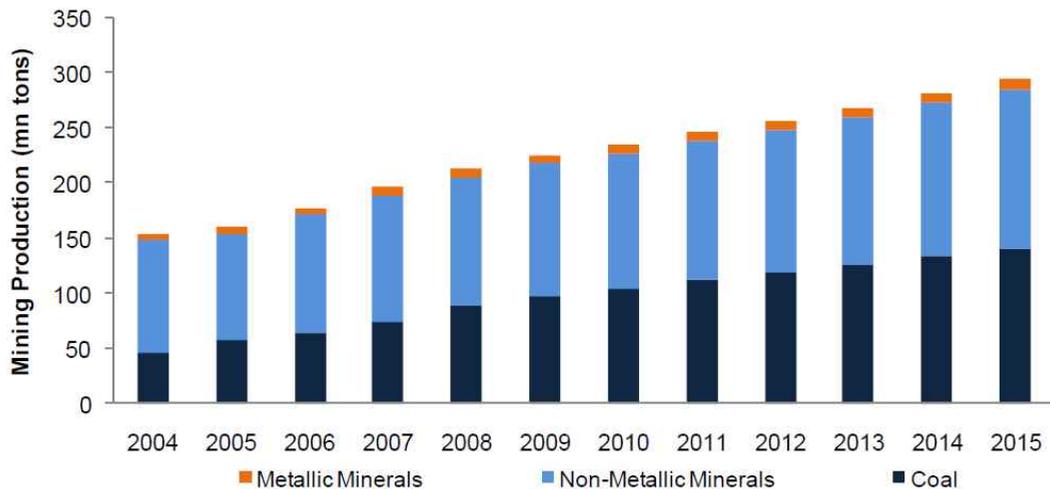


그림 7. 2004년에서 2015년까지 터키 광산업의 생산량 및 예상치 (단위: 백만 톤) (ICD Research, 2011a).

터키 정부는 강화된 민간 참여를 통해 생산 기지를 통합하여 부가가치 제품의 수출을 장려하는 것을 목표로 하고 있다. 금속 광물에 대한 수요는 3.1%의 연평균 성장률을 기록할 것으로 예상되며, 총 생산은 2015년까지 950만 톤에 이를 것으로 예상된다. 국내의 시장에서 금, 은 및 구리에 대한 수요의 증가로 인하여, 금속 광물 부문은 2004년부터 2009년까지 터키 광산 업계에서 한계 성장을 목격했다. 그러나 2008년에 세계경제위기로 인하여 금속 광물에 대한 수요는 3.5% 까지 감소했다.

터키는 전 세계 주요 구리 생산국가 중 하나이다. 2009년에 터키의 구리 생산은 터키 북동쪽의 Cayeli 고급 구리 및 아연 광산에서 생산량 증가로 인하여 84,500톤으로 1.5% 증가했다. 구리 회사인 Inmet Mining Corporation은 Cayeli 광산을 운영하면서 터키에서 생산되는 구리의 대부분을 차지하고 있다. 구리에 대한 수요가 세계적으로 증가함에 따라, 터키의 구리 생산은 2009년 말에 총생산 490만 톤으로 2015년까지 연평균 성장률이 3.1% 성장할 것으로 예상된다.

터키는 세계에서 열한 번째 그리고 유럽에서는 다섯 번째로 큰 철 생산국가이며, 낮은 노

무비로 인하여 터키는 철강 생산에 매력있는 시장이다. 2009년에 철광석 생산량은 2008년에 비해 8% 감소하여 370만 톤을 기록했다. 그러나 국내 및 세계 경제의 지속적인 회복과 터키 건설 업계의 활동 증가로 철광석 총 생산량은 2015년에 410만 톤에 도달하여 연평균 성장률이 2.3% 성장할 것으로 예상된다.

아연의 수출은 2010년부터 2015년까지 273,000톤에서 320,000톤으로 연평균 성장률이 2.6% 증가할 것으로 예상된다. 터키의 아연 매장량은 270만 톤으로 터키수출진흥센터는 터키가 세계 아연 매장량의 2%를 보유하고 있다고 발표했다. 터키의 아연 수출은 생산의 수준에 따라 증가하고 있으며, 2009년에 터키는 US\$ 9,900만 달러의 아연광을 중국, 벨기에, 핀란드 및 스페인 수출했다.

크롬의 수출은 2010년부터 2015년까지 1,800톤에서 2,000톤으로 증가할 것으로 예상된다. 2007년에 터키는 12.8%의 점유율로 크롬 수출에서 세계 3위를 기록했다. 2009년에 터키의 크롬은 중국, 러시아, 스웨덴, 및 벨기에에 수출 될 것이며, 그 가치는 US\$ 2억 6,800만 달러에 해당될 것으로 예상되었다.

터키에서 시멘트, 석회석 및 백운석은 비금속 광물의 총 생산량의 90%를 차지한다. 2009년에 비금속 광물의 총 가치는 US\$ 36억 달러로 7% 증가했으며, 2004년부터 2009년까지 시멘트 생산은 3,880만 톤에서 5,640만 톤으로 성장했다. 백운석의 생산 역시 생산 수준이 2009년에 1,520만 톤에 도달하면서 2004년부터 2009년까지 증가했다. 백운석과 시멘트 생산이 증가한 것은 건설 및 인프라 산업에서 높은 수준의 수요 덕분일 수 있다. 2015년까지 시멘트 생산은 국내외 수요 증가로 인하여 3.8%의 연평균 성장률로 성장할 것으로 예상된다.

터키는 세계 펄라이트 매장량의 46%를 보유하고 있으며, 예측기간 동안 2.4%의 연평균 성장률로 2015년 까지 340,000 톤의 펄라이트를

수출할 것으로 예상된다. 2009년에 터키는 스페인, 벨기에, 이탈리아, 인도 및 브라질에 293,000 톤의 펄라이트를 수출했으며, 이것은 2008년에 비해 10% 감소한 수치이다.

벤토나이트 생산 및 수출 모두 2004년부터 2009년까지 증가했으며, 2009년에 250,000 톤을 기록하여 2008년에 비해 2.5% 증가했다. 벤토나이트는 일반적으로 독일, 네덜란드, 프랑스 및 이탈리아에 수출되고 있다.

● 사 사

본 연구는 한국지질자원연구원에서 수행하고 있는 "해외 희유금속 탐사 및 부존잠재성 평가 (GP2012-002)"사업에서 지원되었습니다.

● 참고문헌

- Grieve, P. (2007) Pirentepe and Halilaga exploration properties, Canakkale, western Anatolia, Turkey: Technical report by Geology and Resources Solutions Ltd. for Fronteer Development Group Inc., 172 p.
- Hendrik, G.O. (1994) The mineral industry of Turkey, U.S. Geological Survey Minerals Yearbook 1994, pp. 871-877.
- ICD Research (2011a) Metallic Minerals in Turkey to 2015: Market Profile. 53 p.
- ICD Research (2011b) Non-Metallic Minerals in Turkey to 2015: Market Profile. 50 p.
- Koçak, I and Koç Ş (2012) Major and trace element geochemistry of the Bigadiç borate deposit, Balıkesir, Türkiye. *Geochemistry International*, v. 50, pp. 926-951.
- Mobbs, P.M. (2000) The mineral industry of Turkey, U.S. Geological Survey Minerals Yearbook 2005, p. 40.1-40.3.
- Moore, W.J., McKee, E.H., and Akinci, O.T.

- (1980) Chemistry and chronology of plutonic rocks in the Pontid mountains, northern Turkey: in Jankovic, S. and Sillitoe, R.H., eds., European Copper Deposits: Belgradade, UNESCO-IGCP, pp. 209-216.
- MTA (2014) Geology of boron deposits in Turkey. unpublished.
- Ohta, E., Dogan, R., Batic, H., and Abe, M. (1998) Geology and mineralization of Derekoy porphyry copper deposit, northern Turkey: Turkish Journal of Earth Sciences, v. 9, pp. 47-56.
- Rio Tinto (2003) Kazan trona project: Social and environmental report (www.riotinto.com), 25 p.
- USGS (2013) Mineral Commodity Summaries 2013. 198 p.
- Yigit, O. (2009) Mineral deposits of Turkey in relation to Tethyan metallogeny: Implications for future mineral exploration. Economic Geology, v. 104, pp. 19-51.
- 고상모, 이범한, 이길재, Murat Çiçek (2014) 터키 붕소광상의 부존특성 및 형성환경, 자원환경지질, 제47권, 제5호, pp. 541-549.
- 코트라 (2013) 터키 광업 개황 및 자원 동향.
http://www.globalwindow.org/gw/overinvest/GWOIFS020M.html?BBS_ID=17&MENU_CD=M10302&UPPER_MENU_CD=M10301&MENU_STEP=2&ARTICLE_ID=500833.