

LİTYUM VE LİTYUM MİNERALLERİNİN KAYNAKLARI, YATAKLARIN DAĞILIMI VE EKONOMİK ÖNEMİ

Cahit Helvacı

Dokuz Eylül Üniversitesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü,

Tınaztepe Yerleşkesi, 35160 Buca/İzmir, TÜRKİYE

(cahit.helvacı@deu.edu.tr)

ÖZ

Lityum çok önemli hafif bir metal olup yoğunluğu çok düşük katı bir elementtir. Lityum, Latince “taş” anlamına gelen “lithos” kelimesinden türetilmiş olup atom numarası 3 ve sembolü ise “Li” dur. Yumuşak ve gümüş beyaz renkli bir metal olan lityum, alkali grubu elementler grubundadır. Alkali bir element olan Li çok aktif ve çok kolay alev alabilir. Bu sebepten dolayı doğada serbest olarak bulunmaz ve genel olarak iyonik bileşikler halinde bulunur. Lityum kısmen mineral şeklinde, fakat yoğun olarak mineral veya çözeltilerden elde edilen kimyasal bileşikler olarak tüketilir. Başlıca spodümen ($\text{LiAlSi}_2\text{O}_6$) ve petalit ($\text{LiAlSi}_4\text{O}_{10}$), seramik ve cam ürünlerde eritken veya sırlamak ve ısıya dayanıklı seramiklerde termal genleşme için kullanılır. Lityum, Li_2CO_3 , LiCl, LiBr ve LiOH dâhil olmak üzere, gres yağı ve yağlamada kullanılabilir sıcaklık aralığında, kimyasal olarak kullanılır. Lityum-iyon bataryalarının (pillerinin) artmasına bağlı olarak, lityumun kullanım alanı genişlemiş, telefon, dizüstü bilgisayarları ve elektrik ile hibrid (birleşik) vasıtalarda yaygın olarak kullanılmaya başlanmıştır.

Dünya’daki lityum kaynakları farklı yatak tiplerinden gelmektedir: kapalı havza çözeltileri, 58%; pegmatitler ve ilişkili granitler, 26%; lityumca zengin killer, 7%; petrol sahalarındaki çözeltiler, 3%; jeotermal çözeltiler, 3%; ve lityumca zengin zeolitler, 3%. Lityum, genel olarak pegmatit ve magmatik yataklar, evaporit çözeltileri ve birçok diğer jeolojik ortamlardan elde edilmektedir.

Granitik pegmatitler, lityum, kalay, tantalum, niobyum, berilyum, sezyum, rubidyum, skandiyum, toryum, uranyum ve nadir toprak elementleri gibi ender minerallerin önemli bir kaynağını oluşturur. Lityum kazanımı başlıca pegmatitlerde bulunan minerallerden elde edilir. Spodümen, pegmatitlerdeki en önemli lityum mineralidir, ambilgonit ($\text{LiAlPO}_4(\text{F},\text{OH})$) yaygın fakat nadiren ekonomik değerinde ve petalit, eukriptit (LiAlSiO_4) ve lepidolit ($\text{KLi}_2\text{AlSi}_4\text{O}_{10}\text{F}_2$) az oranda bulunan minerallerdir. Kuzey Amerika’daki Kings Mountain pegmatit kuşağı en büyük ve önemli lityum pegmatit yataklarını oluşturur. “LCT” diye adlandırılan bir kısım pegmatitler, lityum, sezyum ve tantalum gibi ender metaller yönünden zenginleşmişlerdir ve bu LCT pegmatitler lityum için işletilir. Bu tür madenlerde en önemli lityum minerali spodümandır.

Lityum içeren salamura yataklar, jeolojik olarak, sedimantasyona karşın buharlaşmanın daha yoğun olduğu laküstrin evaporitleri içeren güncel kapalı havzalarda yerleşmişlerdir. Laküstrin evaporitler ve ilgili salamuralar çok geniş aralıkta bileşime sahiptirler ve yersel olarak lityum yönünden zenginleşmişlerdir. Lityum içeren salarlar, genel olarak, Arjantin’de Salar de Hombre Muerto, Boliviya’da Salar de Uyuni ve Şili’de Salar de Atacama’yı da kapsayan Güney Amerika’nın Puna Plateau bölgesinde bulunmaktadır. Bu bölgelerde lityum için olası kökensel kaynakları felsik kayaların ayrışması, volkanik sisteme bağlı jeotermal aktivite veya altta yerleşmiş magma oluşturmaktadır. Qinghai-Tibet Platosu’nda lityum içeren laküst-

rin evaporitler ve salamuralar, bindirmeler ve doğrultu atımlı faylarla gelişen Himalyaların oluşumu sonucunda oluşan havzalarda da bulunmaktadır.

Kırıntılı sedimanter ile volkanik malzeme ve hidrotermal çözeltiler veya evaporitik salamuraların arasındaki etkileşimlerin oluştuğu birçok jeolojik ortamlarda yüksek değerlerde lityum yoğunlaşmaları bulunabilir. Bu tür yataklara Nevada'daki King Valley ve Sırbistan'daki Jadar bölgesindeki yüksek lityum içerikli kayaçlar örnek verilebilir. McDermit Kalderasının batısında yer alan King Valley lityum yatağında, lityum içeren smektit türü kıltaşı hektorit [$\text{Na}_{0,3}(\text{Mg}, \text{Li})_3\text{Si}_4\text{O}_{10}(\text{OH})_2$] katmanları sedimanter ve tüflü kayaçlardan oluşan bir istifte bulunur. Jadar lityum yatağı, Sırbistan'daki Jadar havzasında Oligosen'den Pliyosen aralığında genişleme ile oluşan birçok sedimanter havza oluşmuştur. Jadar yatağında, kolemanit [$\text{Ca}_2\text{B}_6\text{O}_{11} \cdot 5(\text{H}_2\text{O})$] katmanı, 5.7% Li ve 14.7% B içeren yeni tanımlanan üç farklı jadarit mineral [$\text{LiNaB}_3\text{SiO}_7(\text{OH})$] merceğinin üstünde yer alır.

Lityumun bulunuşu ve dağılımı, Türkiye'deki bor ve bor içermeyen Neojen havzaları ve güncel laküstrin göllerde incelenmiştir. Yapılan analiz sonuçları, lityumun, borat yataklarındaki killerde 0.17 ile 0.58% Li_2O ve güncel göl sularında ise 0.30 ve 325 mg/l Li^+ aralığındadır. Lityum, Türkiye bor yataklarında baskın olarak kil minerallerine bağlı olarak (baskın olarak hektorit tipi smektitler) bulunur. Bigadiç bor yatağı yüksek yoğunlukta Li_2O (0.71%) içerir. Tuzgölü suyunda ve bor yataklarının bazılarındaki killerde gelecekte işletilebilecek düzeyde lityum içerikleri kapsamaktadır. Batı Anadolu'da jeotermal kaynaklar az miktarda lityum içerirler. Ek olarak Türkiye'de araştırılacak daha birçok lityum kaynağının olduğu tahmin edilmektedir.

Güncel olarak toplam kaynaklar, 21.6 Mt Li salamura tuzlu su yataklarında, 3.9 Mt Li pegmatit yataklarında ve 3.4 Mt Li ise hektorit ve jadarit yataklarında bulunmaktadır. Ek olarak 2 Mt Li ise petrol sahaları ve jeotermal çözeltilerde bulunduğu tahmin edilmektedir. Toplam 31.1 Mt Li, gelecek asırda ihtiyaç duyulacak lityum miktarını karşılayacak durumdadır. Lityum, günümüzde en çok Avustralya, Arjantin ve Şili'de üretilmektedir.

2012 yılına göre Dünya lityum tüketiminde endüstrinin dağılımı şu şekildedir: seramik ve cam, 35%; bataryalar (piller), 29%; yağlar, 9%; hava arıtmasında, 5%; metalürji, 6%; polimerler, 5%; alüminyum rafinerisinde, 1%; ve diğer kullanımlar, 10%. Lityumlu bataryaların (pillerin) elektrikli araçlarda (EVs) hızla artan kullanımı, 21. asırda lityumun en büyük pazarı olacaktır.

Anahtar kelimeler: lityum, lityum mineralleri, yataklar, dağılım, kullanım alanları

RESOURCES, DISTRIBUTION, DEPOSITS AND ECONOMIC IMPORTANCE OF LITHIUM AND LITHIUM MINERALS

Cahit Helvacı

Dokuz Eylül Üniversitesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü,

Tınaztepe Yerleşkesi, 35160 Buca/İzmir, TURKEY

(cahit.helvacı@deu.edu.tr)

ABSTRACT

Lithium is a highly important lightest metal and the least dense solid element. Lithium is named after the Greek word “lithos” meaning “stone”, represented by the symbol Li and has the atomic number 3. Lithium is a soft, silver-white metal that belongs to the alkali group of elements. As all alkali elements, Li is highly reactive and flammable. For this reason, it never occurs freely in nature and only appears in compounds, usually ionic compounds. Lithium is consumed partly in mineral form, but largely as chemical compounds that are prepared from minerals or from brines. The minerals, principally spodumene ($\text{LiAlSi}_2\text{O}_6$) and petalite ($\text{LiAlSi}_4\text{O}_{10}$), are used in ceramic and glass products where they serve as flux or glaze and lower the thermal expansion of pyroceramics. Lithium in chemical form, including Li_2CO_3 , LiCl , LiBr and LiOH , is used in greases and lubricants where it expands the useable temperature range. Due to the increasing in lithium-ion batteries, lithium has many uses, the most prominent being in batteries for cell phones, laptops, and electric and hybrid vehicles.

Worldwide sources of lithium come from different ore-deposit type as follows: closed-basin brines, 58%; pegmatites and related granites, 26%; lithium-enriched clays, 7%; oilfield brines, 3%; geothermal brines, 3%; and lithium-enriched zeolites, 3%. Lithium supply comes largely from pegmatite and related magmatic deposits, evaporative brines, and several other geologic environments.

Granitic pegmatites are an important source of rare metals including lithium, tin, tantalum, niobium, beryllium, cesium, rubidium, scandium, thorium, uranium and rare earths. Lithium extraction from minerals is primarily from the minerals occurring in pegmatite formations. Spodumene is the most important lithium mineral in pegmatites, amblygonite ($\text{LiAlPO}_4(\text{F},\text{OH})$) is widespread but rarely of economic importance, and petalite, eucryptite (LiAlSiO_4) and lepidolite ($\text{KLi}_2\text{AlSi}_4\text{O}_{10}\text{F}_2$) are less common. The largest and most important lithium pegmatite deposits in North America are in the Kings Mountain pegmatite belt. A few pegmatites — termed “LCT” — are enriched in the rare metals lithium, cesium, and tantalum, and it is these LCT pegmatites that are mined for lithium. The most important lithium ore mineral is spodumene.

Lithium brine deposits are located in geologically recent closed basins containing lacustrine evaporites that were produced by high rates of evaporation relative to precipitation. Lacustrine evaporites and associated brines have a wider range of composition, and are more likely to be enriched locally in lithium. Lithium-bearing salars, in South America are largely in the Puna Plateau that includes the Salar de Hombre Muerto in Argentina, the Salar de Uyuni in Bolivia and the Salar de Atacama in Chile. The most common possibilities source for Li are weathering of felsic volcanic rocks or geothermal activity related to nearby volcanic systems

or underlying magma bodies. Lithium-bearing lacustrine evaporites and brines are also found in the Qinghai–Tibet plateau where basins were generated by thrusting and transtensional faulting during formation of the Himalayas.

Elevated lithium concentrations are found in several other geologic environments, such as the area where the interaction between clastic sedimentary or volcanic material and hydrothermal solutions or evaporative brines take place. Example for these deposits are King Valley in Nevada and Jadar in Serbia, have attracted attention recently for their unusually large volume of lithium-bearing rocks. The King Valley lithium deposit consists of layers of the lithium-bearing smectite clay hectorite $[\text{Na}0,3(\text{Mg}, \text{Li})_3\text{Si}_4\text{O}_{10}(\text{OH})_2]$ in a sequence of sedimentary and tuffaceous rocks along the western side of the McDermitt caldera. The Jadar lithium deposit in Serbia is in the Jadar basin, a group of lacustrine sedimentary basins that formed during Oligocene to Pliocene extensional faulting. In the Jadar deposit, a layer containing colemanite $[\text{Ca}_2\text{B}_6\text{O}_{11} \cdot 5(\text{H}_2\text{O})]$ overlies three separate lenses containing jadarite $[\text{LiNaB}_3\text{SiO}_7(\text{OH})]$, newly recognized mineral with up to 5.7% Li and 14.7% B.

Presence and distribution of lithium investigated in some of Turkey's borate and non-borate Neogene basins and recent lacustrine lakes. The results show that the lithium values obtained from clays of borate deposits vary between 0.17 and 0.58% Li_2O , and recent lake water samples contain between 0.30 and 325 mg/l Li^+ . Lithium is mostly bounded in the clay minerals (mainly hectorite-type smectite), in the borate deposits of Turkey, the Bigadiç deposits have a high concentration of Li_2O (0.71%). The lithium amounts indicate that both the waters of Tuzgölü lake and the clays in borate deposits are potential lithium resources for the future. In western Turkey, geothermal sources also contain minor amounts of lithium. There are several other resources to be investigated in Turkey.

Total resources at present about 21.6 Mt of Li in brine deposits, 3.9 Mt of Li in pegmatite deposits and another 3.4 Mt of Li in the hectorite and jadarite deposits. Additional 2 Mt of Li has been estimated for oilfield and geothermal brines. This total, 31.1 Mt Li, is sufficient to meet the estimated lithium demand for the next century. Most lithium today is mined in Australia, Argentina and Chile.

Worldwide lithium consumption in 2012 by end-use industry as follows: ceramics and glass, 35%; batteries, 29%; greases, 9%; air treatment, 5%; metallurgy, 6%; polymers, 5%; aluminum refining, 1%; and other uses, 10%. Growing use of lithium in batteries for electric vehicles (EVs) is expected to make this the main market for lithium during the 21st century.

Keywords: Lithium, lithium minerals, deposits, distribution, uses