



MADEN TETKİK VE ARAMA GENEL MÜDÜRLÜĞÜ

DÜNYADA VE TÜRKİYE'DE LİTYUM

HAZIRLAYANLAR

Yusuf Ziya AKGÖK
Mesut ŞAHİNER

Maden Y. Müh.
Maden Müh.

FİZİBİLİTE ETÜTLERİ DAİRE BAŞKANLIĞI
HAZİRAN 2017

1. GENEL BİLGİLER.....	1
1.1 Tarihçe.....	1
1.2 Özellikleri.....	1
2. BİLEŞİKLERİ VE KULLANIMI.....	3
2.1. Lityum Metal.....	3
2.2. Lityum Mineral.....	3
2.3. Lityum Bileşikleri.....	3
3. LİTYUM REZERVLERİ VE ÜRETİMİ.....	4
3.1 Rezervler.....	4
3.1.1 Dünyada Lityum Rezervi.....	4
3.1.2 Türkiye’de Lityum Rezervi.....	6
4. ÜRETİM.....	7
4.1 Kayaçalardan Üretim.....	7
4.2 Salamuralardan Üretim.....	9
4.3. Dünya Lityum Üretimi.....	9
5. PAZAR DURUMU.....	11
5.1 Dünya Lityum Ticareti.....	13
5.2 Fiyat.....	14
5.3 Talep.....	15
5.4 Türkiye Lityum Ticareti.....	18
6. SONUÇ.....	19
Kaynaklar:.....	22

1.GENEL BİLGİLER

1.1 Tarihçe

Lityum en düşük yoğunluğa sahip metal olup, periyodik tabloda hidrojen ve helyumdan sonra gelmektedir. Atom numarası 3 olup, atom ağırlığı 6.941'dir. Lityum ismi Yunancada taş anlamına gelen "lithos" isminden gelmektedir. Bu ismin verilmesinin nedeni lityumun bir mineral kaynağında keşfedilmesi, ancak diğer önemli IA grubu elementleri olan sodyum ve potasyumun bitkisel kaynaklarda keşfedilmesidir. Lityumun ilk tanımlanması 19. yy'da Johan August Arfvedson'un spodümen $[LiAl(Si_2O_6)]$ olarak adlandırılan mineral üzerinde yaptığı çalışmalar sonucu olmuştur. Arfvedson, çalışması sırasında mineralin önemli bir kısmını tanımlayamadığını fark edip, daha sonra bu bileşiğin farklı kimyasal özelliğe sahip olduğunu görmüştür. Ancak 1855 yılına kadar lityumun metal olarak sentezi gerçekleştirilememiştir. Robert Bunsen ve Augustus Matthienson lityumun metal olarak LiCl'nin elektrolizi sonucu elde etmişlerdir. Lityumun yüksek miktarlarda üretimi ise 1900'lu yıllarda spodümen minerali olarak Güney Dakota'daki Etta ocağından çıkarılması ile başlamıştır. Lityum ve bileşiklerinin yüksek miktarlarda tüketimi ise 1950'li yıllarda başlayıp 1960'a kadar süren Atom Enerji Komisyonun (AEC) termonükleer programı için yarattığı talep sonucu olmuştur.

1.2 Özellikleri

Lityum yerkabuğunda bulunma sıklığı bakımından 25. sırada yer almaktadır. Yeryüzünde lityum konsantrasyonu yaklaşık %0,006 olup, deniz suyunda ise 20 ppm'dir. Üretimi ağırlıklı olarak pegmatitler, sedimanter kayaçlar ve tuzlu su rezervuarlarından gerçekleştirilmektedir. Doğada 150'den fazla lityum mineralinin varlığı bilinmesine rağmen, çok az bir kısmı ticari olarak değerlendirilebilmektedir.

Lityum bütün metaller içerisinde en hafifi olup, elementler içerisinde de üçüncü hafif element olmaktadır. Kimyasal yapısı alkali grup içerisinde yer alır. Lityum yüksek reaktiviteye sahiptir, natif formda bulunmaz, cevherden üretimi zordur. Metal olarak çok kullanımı yoktur. Ana kullanımı bileşik olarak olmaktadır. Yaklaşık olarak yirmiye yakın endüstriyel kullanımı vardır. İkinci dünya savaşını takip eden yıllarda Lityum ve bileşiklerinin kullanımına yönelik araştırmalar yapılmıştır. Bu tarihten sonra lityum ve bileşiklerinin üretimi ve kullanımı her geçen gün artmaktadır.

Lityum ve bileşikleri temel olarak pegmatit minerallerinden üretilmektedir, az miktar lityum karbonat yan ürün olarak sodyum ve potasyum minerallerinden de elde edilebilmektedir.

Başlıca lityum pegmatit mineralleri aşağıdaki gibidir:

<u>Mineral</u>	<u>Yaklaşık kimyasal yapısı</u>	<u>% LiO₂ ticari olarak</u>
Spodümen	LiAlSi ₂ O ₆	4-7
Lepidolit	K ₂ Li ₃ Al ₄ Si ₇ O ₂₁ (OH,F) ₃	3-4
Ambligonit	LiAl(F,OH)PO ₄	8-9
Petalit	LiAlSi ₄ O ₁₀	2-4

Salamuralardan lityum elde edilmesi, bilinen yöntemlerden maliyeti en az olanı ve en az zahmetlisidir. Salamuralardan lityum kazanımı için gerekli olan lityum içeriğinde mineraller ve killerden kazanımına göre çok daha azdır. Ancak salamuralardan lityum kazanımı için en önemli parametre Mg/Li oranı olup, bu oranın en çok 6/1 olması istenmektedir. Bu oran arttıkça işlem maliyeti de artmaktadır. Ama 2000'li yılların başında Kuzeybatı Çin'de Qaidam Havzası'ndaki oldukça büyük salamuraların değerlendirilmeye başlanmasından sonra yüksek magnezyum içerikli salamuraların işlenmesi ve değerlendirilmesi ile ilgili önemli teknik gelişmeler oldu. Teknik gelişmelerin ardından Tibet Platosunda da önemli keşifler yapıldı. Lityumun şu anda kullanımının artacağı düşünülen en önemli sektör, pil sanayisi olmasına rağmen yapılan çeşitli araştırmalar termonükleer füzyon reaksiyonlarında lityumun kullanılabileceğini göstermiştir. Bu tür bir kullanımın yaygınlaşması neticesinde lityuma olan talebin çok artacağı ve şu andaki lityum üretim kapasitelerinin yeterli olmayacağı ön görülmüştür.

2. BİLEŞİKLERİ VE KULLANIMI

2.1. Lityum Metal

Krom, bakır ve diğer demir dışı metallerle birleşerek özel kullanımlı alaşımlar üretilmektedir ve sentetik vitamin üretiminde de kullanılmaktadır. En önemli kullanımı potansiyel olarak nükleer enerji alanı olmaktadır. Doğal izotop yapısı gereği lityum 6'nın füzyon patlama özelliği vardır, atomik yakıt değerindedir. Lityum 6 nükleer radyasyona karşı da koruyucu tabaka olabilmektedir. Oldukça hafif ağırlığa sahiptir. Hafif ağırlıktaki lityum metali, roket ve askeri amaçlı mühimmat içinde kullanılabilir. Lityum metali, roket ve askeri amaçlı mühimmat içinde kullanılabilir.

2.2. Lityum Mineral

Doğrudan cam ve seramik endüstrisinde kullanılabilir. Lepidolit camın ergimesini düşürerek viskozitesini artırır ve çalışabilirliğini iyileştirir, kırılma direncini düşürür. Spodümen ve petalit seramik karışımına direkt katılabilir.

2.3. Lityum Bileşikleri

Geniş olarak endüstride kullanılmaktadır. En önemli iki bileşiği karbonat ve hidroksit şeklindedir. Lityum karbonat, cam ve seramik zırh işleminde kullanılmaktadır. Yüksek parlaklık, dayanıklılık sağlayarak, kimyasal mukavemeti artırmaktadır. Lityum hidroksit monohidrat hayvansal yağlarla reaksiyona sokularak lityumlu gres yağı üretilmektedir. Üretilen bu gres, yağın kalıcı özelliği ile suya ve ısıya karşı direncini artırarak askeri ve endüstriyel kullanım değerini yükseltmektedir. Lityum klorit klima ve endüstriyel kurutucularda, kuru pil bataryalarında ve kaynak, pirinç kaynaklarında kullanılmaktadır. Lityum hidroksit alkali bataryalarda kullanılmaktadır. Lityum ayrıca diğer tuzlarla birlikte tıp, kozmetik, boya, waks ve diğer birçok endüstriyel üründe kullanılmaktadır.

3. LİTYUM REZERVLERİ VE ÜRETİMİ

3.1 Rezervler

3.1.1 Dünyada Lityum Rezervi

Lityum cevherleşmesi üç ana yatak tipindedir. Bunlar; tuzlu su rezervuarları, pegmatitler ve sedimanter kayaçlardır.

Tuzlu Su Rezervuarlarında Yer Alan Lityum oluşumları

Küresel lityum rezervlerinin % 66'sı tuzlu su rezervuarlarındadır. Üretim ağırlıklı olarak bu yatak tipinden gerçekleştirilmektedir. Kıtasal, jeotermal ve petrol olmak üzere üç farklı tipte tuzlu su rezervuarı vardır. Lityumlu tuzlu su rezervuarları ağırlıklı olarak Şili, Arjantin, Bolivya, Çin ve Tibet'te yer almaktadır. Kıtasal tuzlu su rezervuarları, tuzlu su rezervuarları içerisinde en yaygın tipte olandır. Şili, Bolivya ve Arjantin'de yer alan ve And Dağları ile çevrili olan çok zengin lityum rezervlerinin yer aldığı bölgeye lityum üçgeni adı verilmiştir. Dünyanın en büyük lityum tuz havzası 3.000 km² büyüklüğü ile Şili'nin kuzeyinde yer alan Salar de Atacama bölgesindedir. Yatağın rezervi ortalama 1400 ppm konsantrasyon ile yaklaşık 6,3 milyon tondur. Bolivya dünyanın en büyük lityum rezervlerine ev sahipliği yapmaktadır. Dünya rezervlerinin yaklaşık %50'si buradadır. Salar de Uyuni yatağı burada yer almaktadır. Yatağın Mg/Li oranı çok yüksektir. Bu oran Atacama yatağının yaklaşık 3 katıdır ve doğrudan buharlaşmayı etkilemektedir. Düşük buharlaşma oranı rafineri sürecini uzatarak, zaman kaybına ve maliyet artışına neden olmaktadır.

Pegmatit Tip Lityum Yatakları

Pegmatit tipi yataklar dünya lityum rezervlerinin %26'sını oluşturmaktadır. Bu yataklarda konvansiyonel olarak tabir edilen açık ocak ya da yer altı üretim teknikleri kullanılmaktadır. Tuzlusu rezervuarları ile karşılaştırıldığında pegmatitlerden lityum çıkarılması çok maliyetlidir. Pegmatitlerdeki lityum konsantrasyonları diğer yatak türlerine göre daha yüksektir. Ayrıca kalay ve tantalın pegmatitlerde yan ürün olarak elde edilmesi üretim maliyetlerini aşağıya çekmektedir. Lityum pegmatitlerde genellikle spodümen minerali içerisinde bulunmaktadır. Bazen petalit, lepidolit, ambligonit ve ökropit minerallerinde de bulunabilmektedir. Alaska, Kuzey Ontario, Quebec, İrlanda ve Finlandiya'da pegmatit yatakları bulunmaktadır. Dünyanın en büyük pegmatit yatağı %1,6 konsantrasyon ve 560.000 ton rezerv ile Avustralya, Greenbushes'de yer almaktadır.

Sedimanter Tip Lityum Yatakları

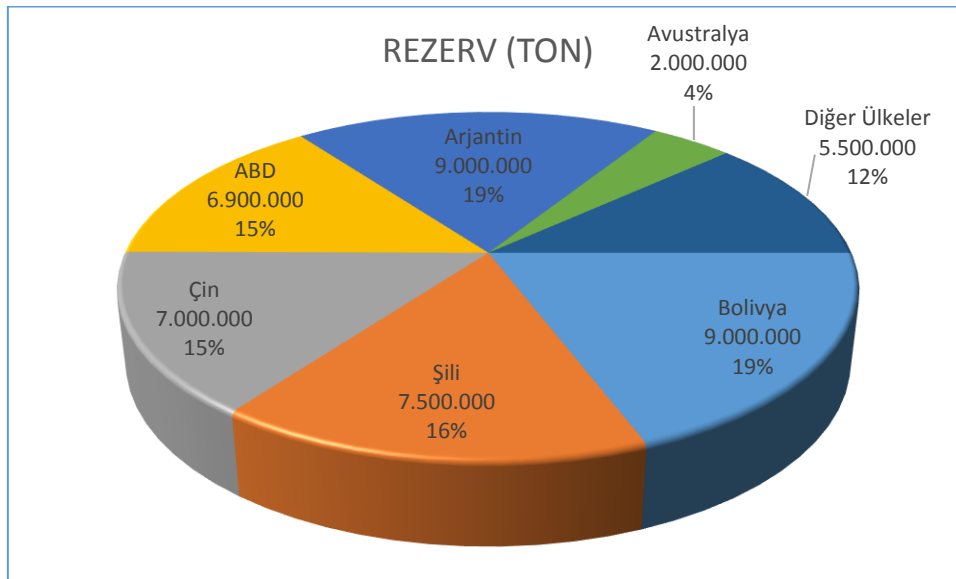
Dünya lityum rezervlerinin %8'i killerin içerisinde bulunmaktadır. Lityum elementi killerde genelde smektit minerali olarak bulunur. Hektorit minerali de diğer bir yaygın cevher mineralidir. Bu mineral ismini aldığı Kaliforniya'nın Hektor bölgesinde keşfedilmiştir. Mineral lityumun yanı sıra magnezyumca da zengindir. Bilinen büyük yataklar, Nevada Krallar vadisinde %0,27 konsantrasyonlu 48 milyon ton rezervli yatak ve Meksika'nın Sonora bölgesindeki %0,3 konsantrasyonlu 43,3 milyon ton rezerve sahip Sonora yatağıdır. Halen dünyanın çeşitli bölgelerinde yapılan arama çalışmaları sonucu rezerv artmaktadır.

Tablo 1. Dünya Lityum Rezervi

ÜLKE	REZERV (TON)
Bolivya	9.000.000
Şili	7.500.000
Çin	7.000.000
ABD	6.900.000
Arjantin	9.000.000
Avustralya	2.000.000
Diğer Ülkeler	5.500.000
TOPLAM	46.900.000

Kaynak: Mineral Commodity Summaries, 2017

Şekil 1. Dünya lityum rezervlerinin yüzde ve miktar olarak ülkelere göre dağılımı



Kaynak: Mineral Commodity Summaries, 2017.

Süregelen araştırmalar sonucunda, lityum kaynakları dünya çapında büyük ölçüde artmıştır. Ülkelerdeki tanımlanmış lityum kaynakları yaklaşık 47 milyon tona revize edilmiştir. Arjantin ve Bolivya'da tanımlanan lityum kaynakları her biri yaklaşık 9 milyon ton olup başlıca lityum üreten ülkelerdeki kaynaklar şu şekildedir: Avustralya; 2 milyon tondan fazla, şili; 7,5 milyon tondan fazla, Çin; yaklaşık 7 milyon ton, ABD; yaklaşık 6,9 milyon ton, Kanada; lityum kaynakları yaklaşık 2 milyon ton, Kongo (Kinşasa), Rusya ve Sırbistan'ın her biri yaklaşık 1 milyon ton, Brezilya ve Meksika'daki lityum kaynakları her biri yaklaşık 200.000 tondur ve Avusturya ve Zimbabve'nin her biri 100.000 tonu aşmaktadır.

3.1.2 Türkiye'de Lityum Rezervi

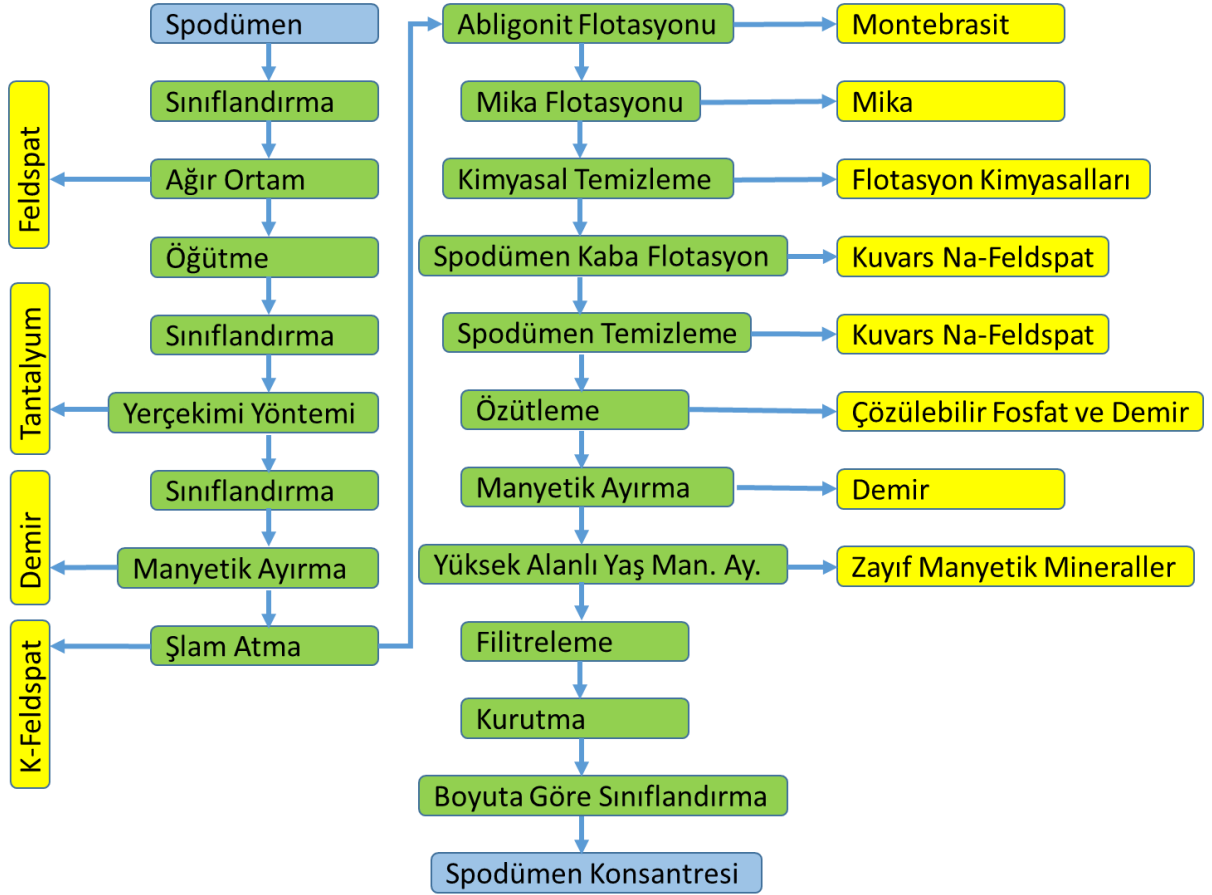
Ülkemizde ekonomik değere sahip lityum kaynağı bulunmamaktadır. Ancak, Yozgat-Sorgun bölgesinde pegmatitler içinde lepidolitin varlığı bilinmesine rağmen yapılan çalışmalardan önemli sonuçlar elde edilememiştir. Ülkemizdeki bazı göllerde yapılan çalışmalarda lityum içeriğinin 40 ppm'i aşmadığı görölmüş olup, Tuz Gölü'nde 325 ppm lityum tespit edilmiştir. Ancak Tuz Gölü'nün magnezyum içeriği 38.000 ppm'dir. Yine yapılan çeşitli araştırmalar bor sahalarında killer içerisinde 2000 ppm'e yaklaşan lityum içeriğini göstermiştir. Bor madeni ıkarılan Kestelek, Emet, Kırka ve Bigadiç sahalarında yapılan çalışmalar sonucunda, Bigadiç ve Kırka bölgesindeki lityum içeriğinin Kestelek ve Emet bölgesine göre daha yüksek olduğu tespit edilmiştir. Bu sahalarda, bor içeriği ile lityum içeriği arasında ters bir ilişki olduğu görölmüş ve tane boyutu azaldıkça lityum içeriğinin arttığı tespit edilmiştir. Bu killere uygulanan XRD analizleri ise hektorit kilinin varlığı hakkında net bir bilgi vermemiştir.

4. ÜRETİM

4.1 Kayaçlardan Üretim

Petalit, lepidolit ve amblojenitin kullanımı için zenginleştirilmesi gerekmezken, içerisindeki demir ve diğer safsızlıklar nedeniyle spodümen zenginleştirilmektedir.

Şekil 2. Spodümen mineralinin genel zenginleştirme akım şeması



Dünyada lityumun %50'sinden daha fazlası göllerden alınan çözeltilerden üretilmektedir. Çözeltiden lityum üretme maliyeti pegmatit minerallerden üretilene göre çok daha düşüktür. Üretim oranının gelecek yıllarda göl suyu yönünde daha da artacağı tahmin edilmektedir.

Lityum sert kayaçlardan üretildikten sonra, kırma-öğütme işleminden geçerek, flotasyonla zenginleştirilir sonra hidrometalurjik süreçlere tabi tutulur ve liç edilerek, çözeltiden çöktürülerek alınır. Burada uygulama amacına bağlı olarak, ya lityum hidroksit ya da lityum karbonat olarak fabrikaya son halini alması için gönderilir.

Sert kayaç lityum rezervuarları için, lityum içeriğinin yüksek olması ekonomikliği açısından çok önemlidir. Yan ürün olarak alınması durumunda istenmeyen empürite ile

kariştirmamak gerekir. Yan ürün olarak alınması maliyetleri önemli miktarda düşürebilmektedir.

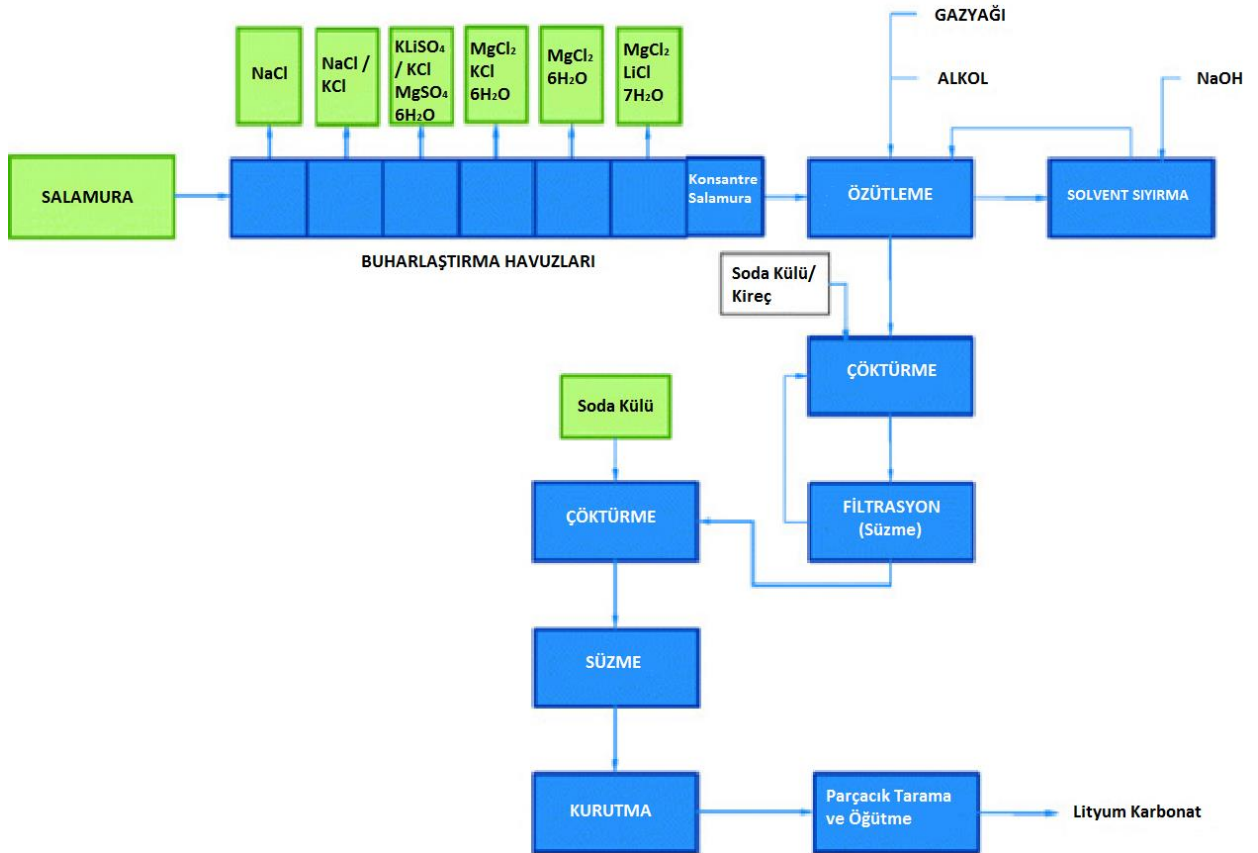
Sert kayaç depositlerden lityum, tantalyum, berilyum ve sezyum dan rafinasyon sonrası yan ürün olarak elde edilebilmektedir. Bu süreçte de yüksek oranda istenmeyen madde içeriği rafinasyon maliyetini artırabilmekte ve üretilebilir olamamaktadır.

4.2 Salamuralardan Üretim

Lityumlu salamuralar, kayaçlardaki lityumu çözererek yeraltı sularında toplanması sonucu oluşur. Lityum konsantrasyonu ppm olarak veya litrede mili gram olarak ve ağırlık yüzdesi olarak ölçülmektedir. Zenginleştirme işlemi için salamura havuzları inşa edilerek buralara pompalanır. Havuzlarda toplanan lityumca zenginleşmiş çözeltileri doğada kendi halinde buharlaşmaya bırakılır. Buharlaşma sonrası lityum çökelti içinde kalır. Bu durum iklim şartlarına göre değişik süreler alabilmektedir.

Tipik lityum konsantresi % 1-2 arasında olabilmektedir. Bu konsantre proses tesisine son ürün olarak kullanılmak üzere gönderilir.

Şekil 3. Salamuradan Lityum karbonat üretimi



Lityumlu salamuraların oluşumlarında karakteristik özellikler şu şekildedir;

- Çorak İklim Yapısı
- Kapalı alanda toplanmış çökeltelerin oluşması
- Volkanik ve Tektonik bir aktivitenin oluşmuş olması
- Lityumlu kayaç yapısının oluşması
- Bir yada daha fazla yeraltı su kaynağının varlığı
- Konsantrasyonun oluşması için yeterli zamanın geçirilmiş olması

Bunlara bağlı olarak rezervuarın oluşabilmesi için iklim şartlarının yeterli buharlaşmaya uygun olması, güneş alabilme süresi yeterli, nem, rüzgar oranı gibi kriterler de ekonomikliği belirleyebilmektedir. Tabi ki, lityum tenörü çok önemli olup yüksek tenörlü rezervuarlar daha ekonomik olabilmektedir. Yan ürün olarak yapılan üretimlerde ise istenmeyen maddelerin karışımı prosesi kötü yönde etkilemektedir. Özellikle potasyumlu yataklarda, yatağın konumunun geçirgen bir zemine sahip olması yüksek tenörlü bir rezervin işletilebilirliğini engelleyebilmektedir. Magnezyum lityum ve sülfat lityum oranları çok önemlidir, çünkü kullanılabilir ürün olması için ayrıştırma işlemi çok pahalı olabilmektedir. Yüksek oranda lityum talebinin karşılanması bugün için salamura kaynaklarından ekonomik olarak gerçekleştirilebilmektedir. Ana üreticiler Şili, Arjantin ve Çin'dir.

4.3.Dünya Lityum Üretimi

Tablo 2. Dünya lityum üretimi

ÜLKELER	ÜRETİM	
	2015	2016*
ABD	Veri Yok	Veri Yok
ARJANTİN	3.600	5.700
AVUSTRALYA	14.000	14.300
BREZİLYA	200	200
ŞİLİ	10.500	12.000
ÇİN	2.000	2.000
PORTEKİZ	200	200
ZİMBABVE	900	900
DÜNYA TOLAMI	31.500	35.000

*: Üretim rakamı geçicidir.

Kaynak: Mineral Commodity Summaries, 2017.

Lityum arz güvenliği, Birleşik Devletler ve Asya'daki teknoloji şirketleri için bir öncelik haline gelmiştir. Teknoloji şirketleri ile Ar-Ge şirketleri arasındaki stratejik ittifaklar ve ortak girişimler gerçekleşmiştir. Pil tedarikçileri ve araç üreticileri için güvenilir, çeşitlendirilmiş bir lityum teminini sağlamak için köprüler kurulmaya devam etmektedir. Salamuralarda lityum üretimi dünyada üç ana üretici bulunmaktadır. Bunlar; Şili, Arjantin ve Çin'dir. Şili'nin özel bir ayrıcalığı vardır. Şili-arjantin-Bolivya Bölgesinde Şili salamuralarda lityum üretiminde dünyada ikinci durumda olup rezerv zenginliği bakımından ise ilk sırada yer almaktadır. Şili'nin ana lityum rezervi The Salar De Atacama yatağıdır. Çin ise hem kayaç hem de salamura lityum rezervine sahiptir. Lityumca zengin pegmatit yataklar Jiajika, Barkam, Altai, Koktokay ve Nanping bölgelerinde yer almaktadır. Lityumca zengin salamuralar ise Quiqhai Tibet platosunda yer almaktadır.

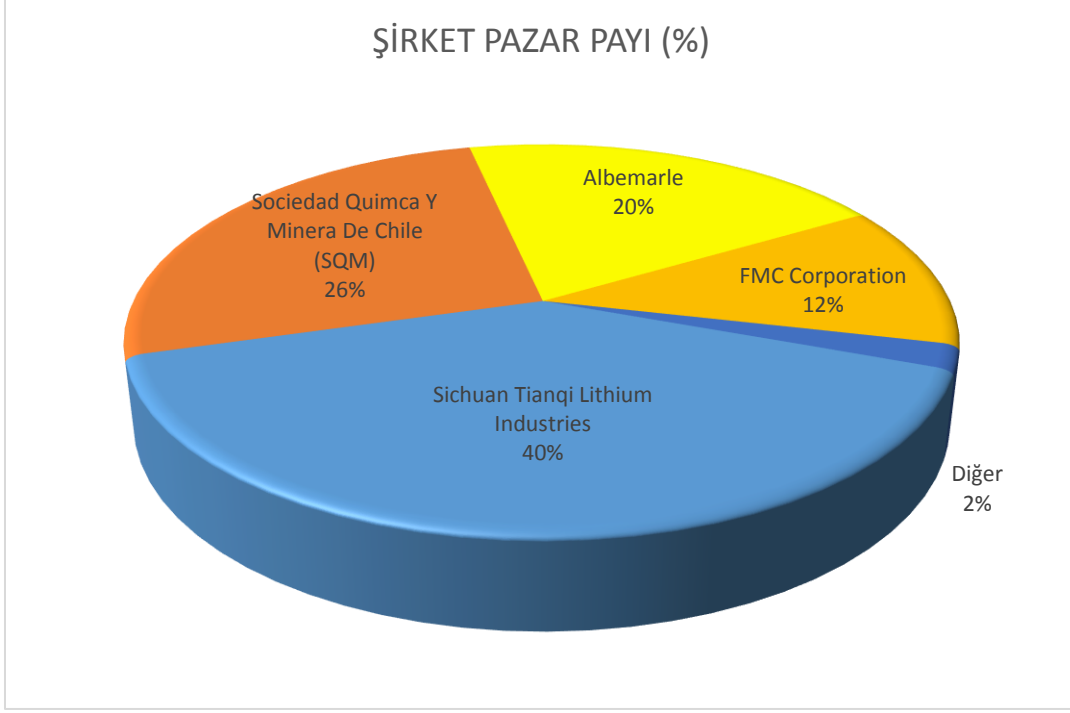
Dünyadaki lityum zenginleştirme işlemleri ise yataklanmanın durumuna göre değişik prosesler geliştirilmiştir. Arjantin, Bolivya, Şili, Çin ve ABD tuzlulardan lityum zenginleştirme konularına yoğunlaşmışlardır. Avusturalya, Kanada, Çin ve Finlandiya ise kayaçlardan (spodümen) zenginleştirme ve madencilik faaliyetlerine yönelmişlerdir. Meksika'da ise lityum-kil madenciliği sürmektedir.

5. PAZAR DURUMU

5.1 Dünya Lityum Ticareti

Dünya lityum ticareti alıcı ve satıcı arasındaki anlaşmalarla özel kontratlarla satış yapılarak gerçekleştirilmektedir. Pazar dört ana tedarikçi tarafından kontrol edilmektedir.

Şekil 4. Dünyada ana tedarikçi şirketlerin payı



Kaynak: Sociedad Quimica Y Minera De Chile

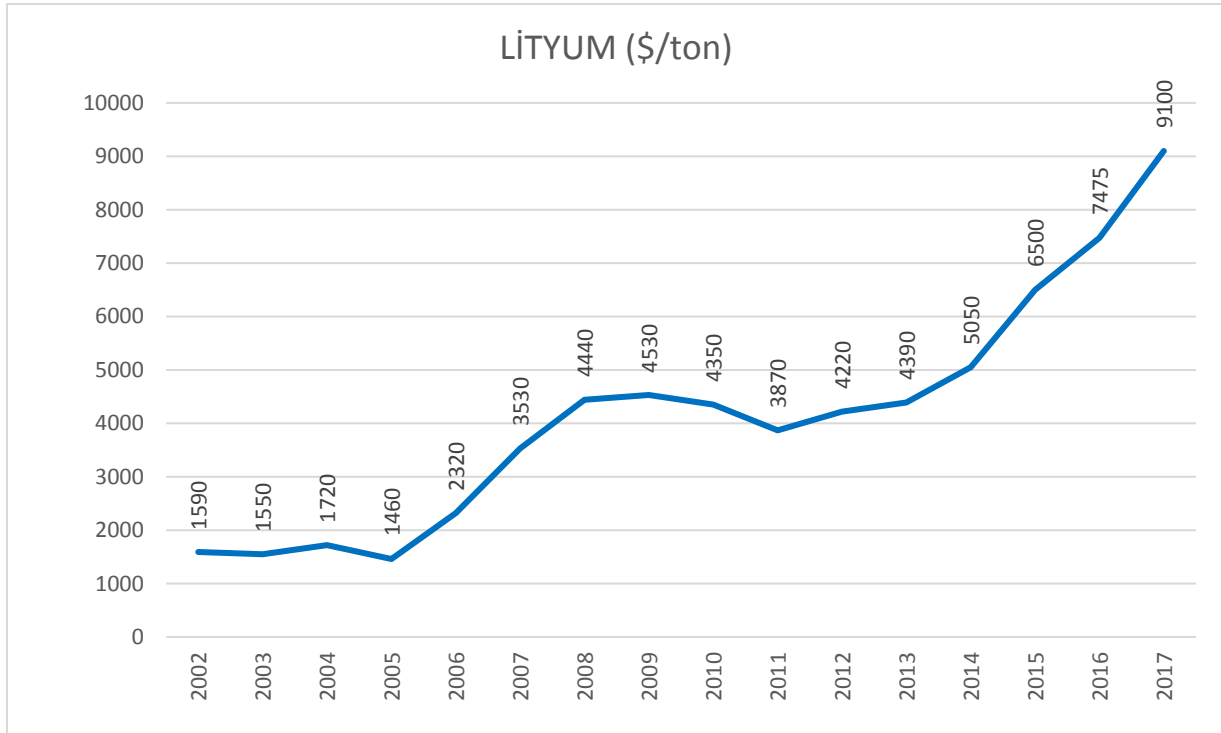
Sichuan Tianqi Lithium Industries; Çinli lityum üretici firma pazarın %40'ını kontrol etmektedir, 1995 de kurulan firma devlet tarafından desteklenmektedir.

Sociedad Quimica Y Minera De Chile (SQM); Şilili firma pazarın %26'sını kontrol etmektedir. 1968 yılında kamu kurumu olarak kurulan firma özelleştirilerek farklı firmaların hisse paylarına sahip hale gelmiştir. Şili'deki Atacama salamuraları firmaya aittir.

Albemarle; Amerikalı firma 1887 de kağıt üreticisi olarak kurulmuş olup bugün lityum pazarında %20 paya sahiptir. Lityum yanında kimya sektöründe birçok ürün üretmektedir.

FMC Corporation; 1883 de kimyasal ürün üretmek üzere kurulan Amerikalı firma Dünya lityum pazarında %12 paya sahiptir.

5.2 Fiyat



Kaynak: Metalary.com

Lityum Piyasası;

Günümüzde lityum ve türevlerinin ana kullanım alanları; seramik - cam, elektronik - elektrik, endüstriyel gres yağları, metalürji (sürekli döküm), silikon, nano-kaynak, hava filtreleri, optik ve roketatarlar olmaktadır.

Çin'deki kimya tesisleri, dünya lityum konsantresinin büyük bir kısmını tüketmektedirler.

Lityum pazarının 2020 yılına kadar % 81 oranında artarak, 347 bin ton lityum karbonat eşdeğeri (LCE) oranında büyüyeceği ve önümüzdeki on yılda Li-ion pil tabanlı elektrikli taşıtların birincil talep olacağı öngörülmektedir. Tesla Motors Inc. (Tesla), 2015 yılında 50.000'den az otomobil üretmiş olmakla beraber, hali hazırda 400.000 adet ön sipariş alınan Model 3 üretimini artırmayı planlamaktadır.

2014 yılında Tesla, Nevada'da 25.000 ton lityum hidroksit işleme kapasitesine sahipken, 2017'de faaliyete geçmesi beklenen Gigafactory lityum tesisi için yatırıma devam etmektedir. Şimdilik, Tesla'nın pilleri için katot, Japonya'da üretilmektedir. Eylül 2015'te Tesla, Gluefactory'den yaklaşık 418 km uzaklıkta bulunan Clayton Valley South projesinden lityum hidroksit tedariki için Pure Energy Minerals Ltd ile piyasa şartlarına göre indirimli bir anlaşma imzalamıştır. Bunu takiben, Nevada'daki lityum arama faaliyetlerine hız verilmiştir.

5.3 Talep

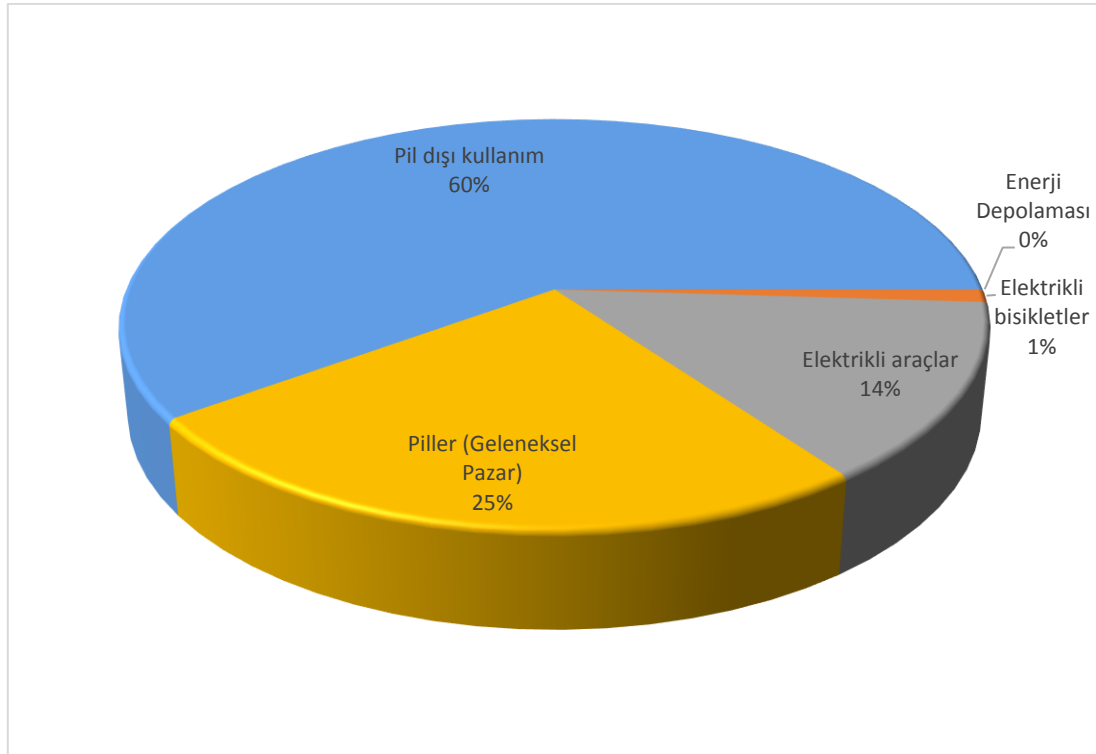
Mevcut lityum talebi aşağıdaki gibi gerçekleşmektedir. Gres yağlarda, yaklaşık 3,5 milyar dolarlık pazara sahiptir. Lityumlu yağlar yüksek tutuculuğa sahip, suya ve ısıya dayanıklı yağlardır. Kaliteli olmalarından dolayı pazar tarafından yüksek talep gormektedir.

Cam sanayinde, ana kaynak olarak spodümen minerali kullanılmaktadır. Sağladığı fayda, viskoziteyi düşürerek camın işlenmesini kolaylaştırmaktadır, ergime verimini artırarak fırın kapasitelerinde artış sağlamaktadır. Bu da enerji tasarrufu getirmektedir.

Seramik endüstrisinde, ana kullanım lityum karbonattır, seramik parçalarda sırlama yapılarak, iyileştirme sağlayarak aşınmaya karşı direnç oluşturmaktadır.

Sağlık sektöründe, az miktarda ilaç üretiminde kullanılmaktadır.

şekil 5. Sektörel bazda dünya lityum talebi



Dünyada yaklaşık 100 bin tonluk lityum karbonat ticareti yapılmaktadır. Bunun %98,3'lük kısmını şili, Arjantin, Belçika, AB-28, Almanya, Çin ve ABD ihracatını gerçekleştirmektedir (Tablo 3.). İthalat yapan ülkeler sırasıyla; Kore Cumhuriyeti, AB-28, Japonya, ABD, Çin, Belçika, Almanya, İspanya, Türkiye, Rusya, Tayland, Fransa, Hindistan ve İtalya olmak üzere %86,3'lük kısmını gerçekleştirmektedir (Tablo 4.). Dünyada lityum karbonatın şimdilik 500 milyon \$'lık bir pazar payı vardır. Bu pay önümüzdeki yıllarda artacağı tahmin edilmektedir.

Tablo 3. Dünyada 2015 yılında lityum karbonat ihracatı yapan ülkeler

İHRACAT YAPAN ÜLKELER	MİKTAR (kg)	DEĞER (\$)
Şili	49.611.178	244.977.556
Arjantin	13.798.535	64.011.183
Belçika	7.482.445	36.251.513
AB-28	4.076.955	20.485.737
Almanya	2.893.203	19.804.386
Çin	1.587.794	12.932.890
ABD	1.578.728	10.623.924
Slovenya	114.664	2.197.203
İngiltere	30.253	2.009.583
Japonya	303.176	1.727.837
Hollanda	208.982	1.461.760
Kore Cumhuriyeti	102.641	1.224.768
Diğer Ülkeler (36)	594.150	4.075.746
TOPLAM	82.382.704	421.784.086

Kaynak: data.un.org

Tablo 4. Dünyada 2015 yılında lityum karbonat ithalatı yapan ülkeler

İTHALAT YAPAN ÜLKELER	MİKTAR (kg)	DEĞER (\$)
Kore Cumhuriyeti	16.137.661	89.599.569
AB-28	13.551.097	68.980.166
Japonya	11.962.746	65.331.804
ABD	12.901.408	61.437.487
Çin	11.053.036	57.359.873
Belçika	7.857.100	41.011.245
Almanya	3.117.479	16.182.349
İspanya	2.250.289	8.620.978
Türkiye	1.372.452	8.353.781
Rusya	2.180.051	8.075.028
Tayland	1.039.067	6.663.086
Fransa	769.686	5.806.963
Hindistan	1.252.306	5.684.156
İtalya	926.086	5.182.571
Diğer Ülkeler (77)	3.203.033	27.567.178
TOPLAM	89.573.497	475.856.234

Kaynak: data.un.org

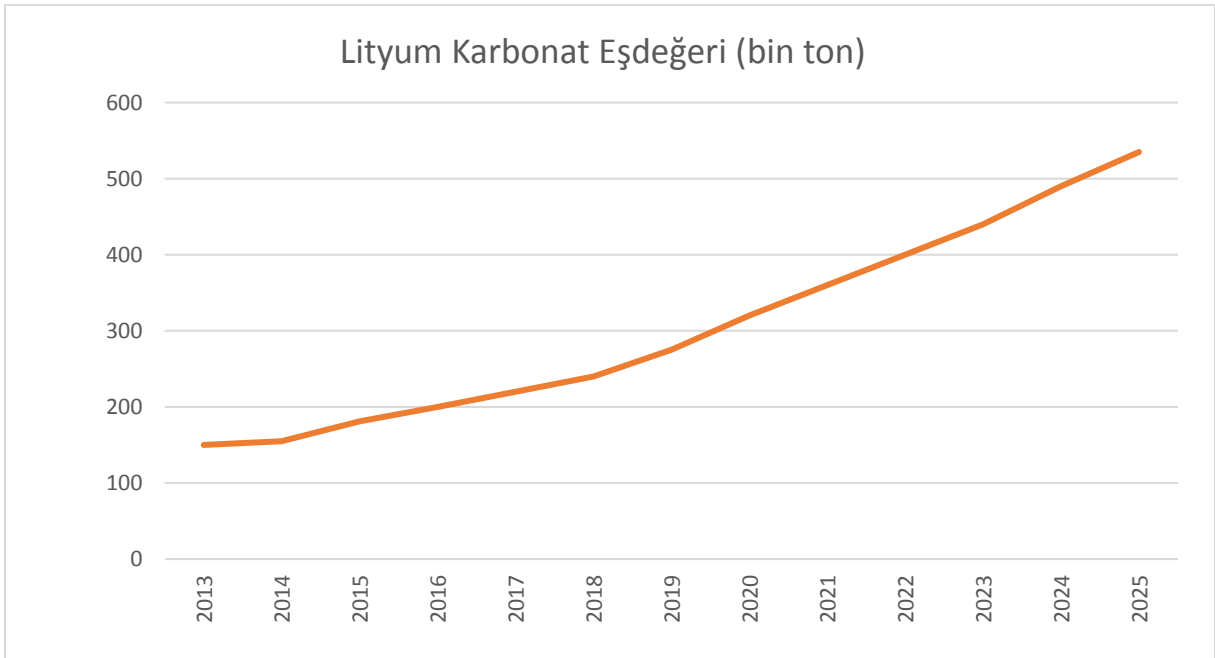
Pil- batarya endüstrisi, lityumun kullanım alanı olarak en çok bilinen sektördür. Lityum pillerin kullanımının artma sebebi enerji depolanmasının kolay ve maliyetinin düşük olması yanında diğer pillere göre daha hafif olabilmesindedir.

Bataryalar katot, anot ve elektrolit olarak üç ana bileşene sahiptir. Lityum katot olarak kobalt oksit şeklinde kullanılır, elektrolit ise LiPF₆, LiBF₄ veya LiClO₄ gibi lityum tuzu olarak yer alır. Anot materyali ise karbon esaslı grafitir.

Burada lityum iyon bataryanın güç çıkış üstünlüğü alkali pillere göre iki kat fazladır. Bu da talebi artıran en önemli neden olabilmektedir. Lityum piller için 2025 yılı için farklı bir talep projeksiyonu öngörülmektedir. Lityuma alışıksız bir talep patlaması olabileceği öngörülmektedir. Bunun sebebinin ise daha çok elektrikli portatif aletlerin, arabaların ve bisikletlerin kullanıma başlanmasıyla beraber ortaya çıkacak talep artışına bağlı enerji depolama işlemleri ile ilgili olacağı düşünülmektedir.

Aşağıdaki grafikte görülen lityum talep artışının lineer olarak aksamadan artabileceği yönündeki tahmin, temiz enerjiye olan taleple birlikte desteklenmektedir. Karbon emisyonu konusunda hükümetlerin çevre örgütlerince baskı altında olmalarından dolayı, lityuma olan talep artışının daha hızlı gündeme gelebileceği de göz önünde bulundurulmalıdır.

Şekil 6. Lityum talep artışı beklentisi



Tablo 5. lityum bileşikleri çevrim kat sayı tablosu

	Li	LiOH	LiOH-H ₂ O	Li ₂ O	Li ₂ CO ₃	LiAlSi ₂ O ₆
Lityum (Li)	1	3,448	6,061	2,153	5,323	26,455
Lityum hidroksit (LiOH)	0,29	1	1,751	0,624	1,543	7,77
Lityum Hidroksit Mono hidrat (LiOH-H ₂ O)	0,165	0,571	1	0,356	0,88	4,435
Lityum oksit (Li ₂ O)	0,464	1,603	2,809	1	2,473	12,5
Lityum karbonat (Li ₂ CO ₃)	0,188	0,648	1,136	0,404	1	5,025
Spdumen (LiAlSi ₂ O ₆)	0,038	0,129	0,225	0,08	0,199	1

Kaynak: London Stock Exchange

Lityum değişik bileşikler şeklinde üretilip tüketilmesinden dolayı, farklı bileşiklerin birbirleri arasındaki eşdeğerliklerin anlaşılması açısından yukarıdaki tabloda verilen katsayılarla çarpılarak çevrimi gerçekleştirilmiş olur. Bu durum pazarlanma aşamasında daha önem arz ederek, fiyat belirlemede baz alınır. Örneğin; spodümen %5 ise bu değer 0,038 ile çarpılır ve Li değeri %0,19 olur.

5.4 Türkiye Lityum Ticareti

Tablo 6. Türkiye 2016 Yılı Lityum içerikli ürünlerin ticareti

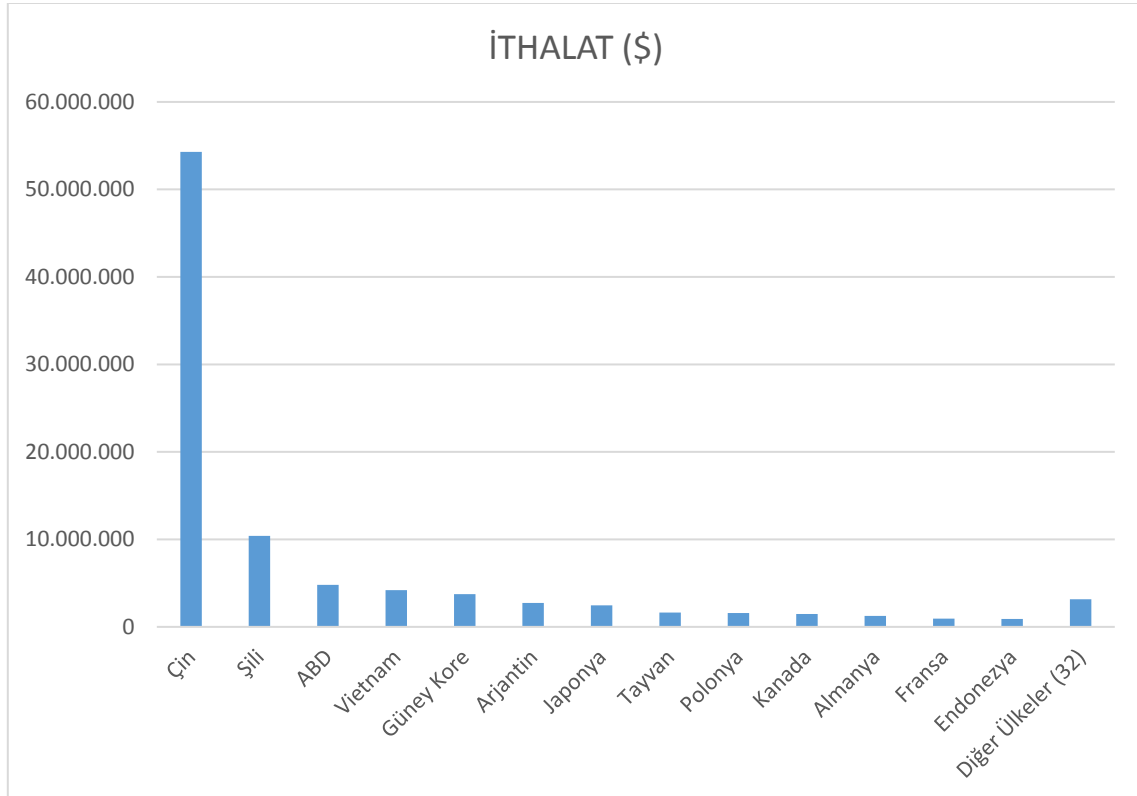
2016	İHRACAT			İTHALAT		
	MİKTAR (KG)	MİKTAR (ADET)	DEĞER (\$)	MİKTAR (KG)	MİKTAR (ADET)	DEĞER (\$)
Lityum (Alkali metal)	0	0	0	98		35.998
Lityum oksit ve hidroksit	115	0	1.360	312.928		3.434.349
Lityum iyodür ve oksiiyodür	0	0	0	76		22.945
Lityum nitrat	1	0	196	37		3.509
Lityum karbonatlar	1.359	0	13.561	1.514.135		12.028.793
Lityumlu silindirik piller	17.402	330.488	401.109	159.417	10.633.628	6.995.705
Lityumlu düğme piller	1.140	277.337	33.693	63.665	13.074.946	1.725.650
Lityumlu diğer piller	23.676	392.644	271.010	24.872	337.113	4.281.471
Lityum iyonlu elektrik akümülatörleri	65.964	353.747	5.171.863	2.494.221	24.840.341	65.049.574
TOPLAM	109.657	1.354.216	5.892.792	4.569.449	48.886.028	93.577.994

Kaynak: TÜİK, 2017

Türkiye 2016 yılında 93,5 milyon dolarlık lityum içerikli ürün ithal etmiştir. Bunun %69,5’lik yer tutan 65 milyon dolarlık bölümünü “lityum iyonlu elektrik akümülatörleri” oluşturmaktadır. %12,8’lik kısmını oluşturan 12 milyon dolar tutarındaki kısmı ise “lityum karbonatlar” şeklinde ithal edilmiştir. Pil çeşitlerinde ise 13 milyon dolarlık ithalat gerçekleştirilmiştir.

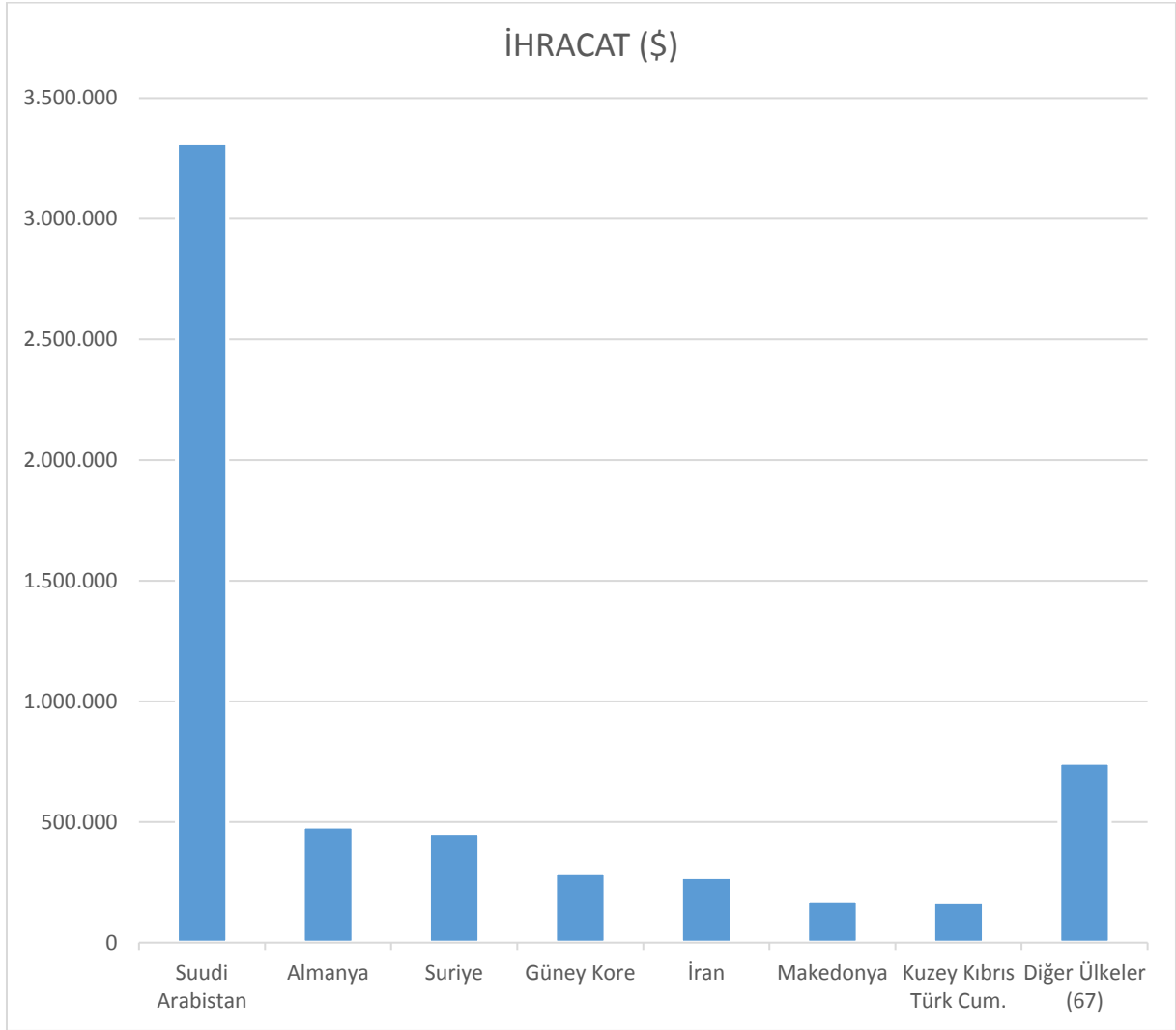
Tablo 7. Türkiye’nin 2016 Yılında Lityum içerikli ürün ithalatı yaptığı ülkeler.

ÜLKELER	İTHALAT (\$)	Pay (%)
Çin	54.287.108	58,01
Şili	10.402.319	11,12
ABD	4.802.815	5,13
Vietnam	4.194.293	4,48
Güney Kore	3.739.687	4,00
Arjantin	2.735.258	2,92
Japonya	2.461.892	2,63
Tayvan	1.642.850	1,76
Polonya	1.576.713	1,68
Kanada	1.479.448	1,58
Almanya	1.248.863	1,33
Fransa	941.554	1,01
Endonezya	904.140	0,97
Diğer Ülkeler (32)	3.161.053	3,38
TOPLAM	93.577.993	100,00



Tablo 8. Türkiye'nin 2016 Yılında Lityum içerikli ürün ihracatı yaptığı ülkeler

ÜLKELER	İHRACAT (\$)	Pay (%)
Suudi Arabistan	3.313.858	56,24
Almanya	480.809	8,16
Suriye	454.474	7,71
Güney Kore	287.995	4,89
İran	271.459	4,61
Makedonya	171.993	2,92
Kuzey Kıbrıs Türk Cum.	167.489	2,84
Diğer Ülkeler (67)	744.715	12,64
TOPLAM	5.892.792	100,00



6. SONUÇ

Gelişmiş ülkelerde gelişmenin temelini bilimsel eğitim oluşturmakta ve bu konuda yatırımlar yapılmaktadır. Bu tip ülkelerde Ar-Ge tabanlı çalışanların özlük hakları düzenlenerek sadece konularına odaklanmaları sağlanmakta ve çalışanların problem yaşamamaları için tedbirler önceden alınmaktadır. Ülkemizde de konularında uzman, yurtdışındaki gelişmeleri takip edebilen, gelişmelere açık, geleceği kestirebilen kişiler yetiştirilmeli ve teşvik edilmelidir. Ülkemizin teknoloji üreten yerine tüketen toplum olma yolundan hızla uzaklaşıp, teknoloji üreten bir toplum yapısına dönüşmesi için başta eğitim olmak üzere gerekli tedbirlerin alınması ve uygulamaya konulması ivedilikle hayata geçirilmelidir. Yüksek teknolojik ürünlerin kullanımına olan talep arttıkça, hammadde olarak lityuma olan talep artabilecektir. Bu durumun lityumun yerini alabilecek yeni malzemelerin daha ekonomik olarak elde edilebileceği zamana kadar devam etmesi kaçınılmazdır.

Hızla değişen yaşam koşullarına uyum sağlayabilmenin yolu, yüksek teknolojik ürünlerin kullanımı ve bu ürünleri üretebilmekten geçmektedir. Bu durum bilgi teknolojilerinin sürekli takibini zorunlu kılmakta ve yüksek teknolojiye dayanan endüstrilerin hammadde talepleri eski sanayi toplumlarına göre farklılıklar arz etmektedir.

Ülkemiz sanayi politikaları oluşturulurken bu gerçekler göz önüne alınarak yeni hammadde stratejileri geliştirilmesi kalkınmamızın dışa bağımlılığının azalmasına katkı sağlayacaktır.

Ülkemizde lityum kaynaklarının araştırılması konusunda MTA bünyesinde 1936-2016 yılları arasında 5 adet çalışma yapılmıştır. Bu çalışmalar daha çok göl ve termal su çıkışlarından alınan numunelerin incelenmesi şeklindedir.

Bu çalışmalar;

1. 1939 yılı Akhöyük lityum kaynağı Konya vilayeti Ereğli kazası
2. 1978 yılı bor brom potasyum lityum stronsiyum tuzları hakkındaki çalışma
3. Fransız atom enerjisi CEA tarafından hazırlanan enerji hammaddeleri raporu
4. 1997 yılı Tuz gölü iyodin bromin lityum araştırması
5. 2016 kırka bor tesisi kil atıklarından lityum bileşiklerinin kazanma olanaklarının araştırılması çalışmalarıdır.

Raporlarda “kayda değer lityum kaynağına rastlanamamıştır” gibi genel bir kabul öngörülmektedir. Buna rağmen gelecekte kullanıma bağlı olarak lityum mineraline olan talep artışı dikkate alındığında konunun daha detaylı çalışılması önem arz etmektedir. Hammadde üreterek veya cevher zenginleştirilmesi yapılarak bu tür ürünlerin ihracatının yapılmasının ülkemize çok büyük katma değerler sağlamayacağı açıktır. Bu yüzden üretilen hammaddenin uç ürün haline getirilmesi yani yüksek teknoloji ürünler üretilmesi kaçınılmazdır.

Kaynaklar:

1. Geology of the industrial rocks and minerals –Robert L.Bates
2. U.S. Geological Survey, Mineral Commodity Summaries, January 2017
3. Lityum Metali, Kullanım Alanları ve Geleceği, Madencilik Türkiye dergisi, İbrahim Hakan Ünal (Jeoloji Yüksek Mühendisi), Ekim 2015
4. Lityum, TMMOB, Maden Mühendisleri Odası, Haziran 2016
5. Lityum: Gelecekte Önemi Artacak Mı? Atıl Büyükburç / Metalürji ve Malzeme Mühendisi, Eti Holding A.Ş. AR-GE Dairesi Başkanlığı - Haziran 2003
6. The lithium supply and demand story, Brian Leni, Jan. 30, 2017
7. www.tuik.gov.tr, Tük, 2017
8. data.un.org, 2017
9. https://www.researchgate.net/figure/229749201_fig9_Figure-5-Flow-sheet-of-lithium-carbonate-production-from-brines, 2017