

EKİM 2020

B.' Enerji Notları BEN. 39

Nadir Toprak Elementleri, Orta Asya'daki Cevherleşme Alanları: Türkiye için Olası İş Birlikleri

Işık Zeynep Cebe

i.zeynepcebe@gmail

Zeynep Karvan

karvanzeynep@gmail.com

Onurcan Yolveren

onurcanyolveren@gmail.com

Dr. Okay Çimen

okaycimen@gmail.com

NADİR TOPRAK ELEMENTLERİ, ORTA ASYA'DAKİ CEVHERLEŞME ALANLARI:
TÜRKİYE İÇİN OLASI İŐ BİRLİKLERİ

İŐIK ZEYNEP CEBE
ZEYNEP KARVAN
ONURCAN YOLVEREN
Dr. OKAY ÇİMEN

B.' Enerji Notları BEN. 39
<http://berument.bilkent.edu.tr/BEN>

Bilkent Üniversitesi
İktisadi, İdari ve Sosyal Bilimler Fakültesi
Bilkent 06800, Ankara-Türkiye

EKİM
2020

Burada yapılmış olan çalışmanın esas amacı Türkiye dışındaki yakın ilişkilerimiz bulunan Orta Asya ülkelerindeki potansiyel Nadir Toprak Elementleri (NTE) cevherleşme alanlarını kurulabilecek ikili işbirlikleri kapsamında politika yapıcılarımız, karar vericilerimiz ve NTE sektörüne ilgi duyan okuyucuların dikkatine sunmaktır. Aşağıda daha ayrıntısı ile bahsedilecek olan NTE'ler ileri teknoloji ve savunma sanayi faaliyetlerinde stratejik öneme sahip ve uluslararası alanda ciddi seviyede tedarik riski bulunan kritik bir hammadde kaynağıdır. Bu nedenle Ülkemiz için uzun süreli güvenilir ve kesintisiz tedarik zinciri kurulması faaliyetlerinde sınırlarımız içerisindeki cevherleşme kaynaklarına ilaveten yakın coğrafyamızda bulunan ve ikili işbirliklerinin geliştirilebileceği ülkelerdeki potansiyel alanlar da dikkate alınmalı ve ulusal strateji belgelerimize yansıtılmalıdır. Bu amaçla, Orta Asya ülkelerindeki yerbilimleri odaklı akademik çalışmalar ve dijital ortamda yayınlanmış raporlar çeşitli parametreler ile anahtar kelimeler kullanılarak taranmış olup ilgili ülkeler ve bölgeler bazında ekonomik düzeyde dikkate alınması gereken potansiyel cevherleşme alanları harita üzerine işlenmiş ve bunlara ilaveten kayaç ile cevher minerali türleri gibi özellikleri de belirlenmeye çalışılmıştır.

Kimyasal tablo içerisinde 17 adet element ile temsil edilen NTE'ler kendilerine özgü fiziksel ve kimyasal özellikleri nedeniyle rüzgar tribünleri, güneş panelleri, elektrikli ve hibrit araçlar, bilgisayarlar, akıllı telefonlar ve savunma sanayi uygulamaları gibi yüksek teknoloji üreten sektörler için stratejik ve vazgeçilemez bir hammadde kaynağı pozisyonundadır. Dünya genelindeki teknoloji üreten ve savunma sanayi faaliyetleri alanında güçlü olan ülkeler için özellikle yaşanan tedarik riski nedeniyle son 10 yılda stratejik bir pozisyonda değerlendirilen bu hammadde kaynağı için Ülkemizde de farkındalık seviyesi gün geçtikçe artmakta ve ilgili planlamalara hız verilmektedir. Yüksek teknoloji üretim faaliyetlerinde kritik bileşenler olarak kullanılan bu hammadde kaynağının jeolojik olarak arama çalışmalarının hızlandırılması, uygun fiziksel ve kimyasal yöntemler ile kazanılması ve yüksek katma değerli yeni ürünlerin geliştirilmesi gibi hedefler 11.Kalkınma Planı ile 2023 Sanayi ve Teknoloji Stratejisi gibi ulusal strateji dökümanlarına yansıtılmıştır. Örneğin, Ülkemizin 'Milli Teknoloji Hamlesi' projeksiyonu kapsamında yerli imkanlar ile üretilmesi hedeflenen pek çok kritik ara parça ve nihai ürünlerde NTE'ler de hammadde olarak kullanılmak zorundadır.

Son dönemde gerçekleştirdiğimiz veya hedeflerimiz arasında bulunan bazı spesifik ve güncel örnekler verilecek olursa; örneğin elektrikli araçlar için optik sistemleri, bataryalar (NiMH olması halinde), elektrik motorlarındaki NdFeB mıknatıslar gibi aksamaların üretiminde La, Ce, Dy, Tb vb. gibi çok sayıda NTE'ler kullanılmak zorundadır. Yine Li-iyon tabanlı bataryalarda da NTE'lerin katkılandırılarak daha yüksek performans elde edildiği yönünde akademik çalışmalar yürütülmektedir. Diğer bir ifade ile önümüzdeki süreçte yerli imkanlarla üreteceğimiz elektrikli aracımızın yukarıda bahsedilen ilgili aksamalarının da yurtiçinde üretilmesi halinde hammadde olarak ciddi seviyede NTE'lere ihtiyaç duyulacaktır. Benzer şekilde yine son dönemde Bilkent UNAM tarafından yerli aktif fiber optik üretimi gerçekleştirilmiş olup bu ürün NTE'ler katkılandırılarak yapılmıştır. Ayrıca, İzmir bölgesinde yenilebilir enerji sektörünün güçlendirilmesi yönündeki destekler ve faaliyetler kapsamında bu sektör içerisinde yerli imkanlarla üretilmesi amaçlanan yüksek kapasiteli her bir rüzgar tribünü için yaklaşık 1200 kg

NdFeB mıknatısı gerekmekte olup bunun içerisinde ise yaklaşık 450 kg NTE bulunmaktadır. Bunlara ilaveten yerli imkanlarla ürettiğimiz solunum ve MRI cihazları içerisinde NdFeB mıknatıslar en kritik parçaları temsil etmekte ve bu mıknatıslar sırasıyla yaklaşık 0.5 kg ve 250 kg NTE içermektedir. Burada Ülkemiz sınırları içerisinde son dönemde gerçekleştirilen sadece birkaç somut örnek verilmiş olup NTE'lere bağımlı olan sektörlerin ticaret hacimleri devasa boyutta bulunmakta ve tüm bu sektörler ilgili hammaddenin tedarik edilememesi halinde üretim riski altındadır. Yani diğer bir ifade ile ileri teknoloji ve savunma sanayi kapsamındaki artan yerli üretim faaliyetleri ile doğru orantılı bir şekilde hammadde olarak NTE'lere olan ihtiyaç da hızlı bir şekilde artış gösterecektir. Örneğin, 'Adamas Intelligence' tarafından geçtiğimiz ay yayımlanan rapordaki verilere göre gün geçtikçe artan yüksek teknoloji üretimleri sebebiyle sadece NdFeB mıknatıs üretiminde dahi 2030 yılına kadar yıllık 48.000 ton eksiklik olacağı tahmin edilmektedir. Bu mıknatısların doğrudan etkilediği ticari sektörler ve savunma sanayi faaliyetleri dikkate alındığında ciddi şekilde üretim faaliyetlerinde aksamaya neden olabileceği ön görülmektedir. Burada bahsedilen örneklere ilaveten son 10 yılda NTE'lerin uluslararası pazarda görülen tedarik riski karşısında Ülkemiz için uzun vadeli güvenilir ve kesintisiz tedarik zinciri oluşturulamazsa bu stratejik sektörlerdeki yerli üretim faaliyetleri kesintiye uğrayabilme tehlikesi ile karşı karşıyadır. Tüm bu hususlar Ülkemiz için güvenilir ve kesintisiz NTE tedarik zinciri kurulması faaliyetlerini hem ticari olarak oldukça stratejik bir pozisyona hem de daha önemlisi ulusal güvenlik meselesi haline getirmektedir.

Günümüzde yaklaşık %70-80 arasında Çin tarafından kontrol edilen uluslararası NTE tedarik zinciri yukarıda bahsedildiği gibi son 10 yıl içerisinde 3 defa ciddi şekilde kesintiye uğramış veya uğrama riski ile karşı karşıya kalmıştır. Bunlardan ilki 2010 yılında Çin ile Japonya arasında meydana gelen siyasi anlaşmazlık nedeniyle Çin Japonya'ya NTE ihracatını durdurmuş ve ABD, AB gibi teknoloji üreten ülkelere kota koymuştur. Bunun karşısında 2012 yılında Dünya Ticaret Örgütü'ne gerekli şikayetler yapılmış olsa da Çin NTE'lerin üretim faaliyetlerindeki çevresel etki problemlerini ve iç pazardaki tüketim ihtiyacını öne sürerek bu şikayetleri 2015 yılına kadar sonuçsuz bırakabilmiştir. İkinci önemli olay ise 2019 yılı Mayıs ayında Çin ile ABD arasındaki ticaret savaşları olarak adlandırılan süreçte meydana gelmiştir ve Çin devlet başkanı Xi Jinping NTE ve NdFeB mıknatıs üreten bir fabrikayı ziyaret ederek ABD'ye karşı NTE ihracatının durdurulabileceği mesajını vermiştir. Son zamanlarda tüm dünyanın olumsuz şekilde etkilendiği koronavirüs pandemisi de NTE tedarik zincirinde bir yavaşlamaya neden olmuş (Çin'in ihracatı yaklaşık %70 oranında düşmüştür) ve NTE'lere bağımlı olan stratejik sektörlerde üretim faaliyetlerini olumsuz yönde etkilemiştir. Tüm bu yaşanan olaylar teknoloji üreten ve üretmeye aday olan ülkelere kendi ulusal NTE tedarik zincirlerini güvenilir ve kesintisiz şekilde kurmaları gerektiği zorunluluğunu açıkça göstermiştir. Bu amaçla ABD ve Avustralya'nın öncülük ettiği ikili işbirlikleri kapsamında ulusal NTE tedarik zinciri kurulması çalışmaları dünya genelinde hızlandırılmıştır. Örneğin, 10 yıl önce Çin'in NTE üretimindeki pazar hakimiyeti %90 seviyelerinde iken günümüzde bahsi geçen ülkelerin pazara girmesi ile bu rakam %70 bandına çekilebilmiştir. Ancak halen NTE'lerin saflaştırılarak oksit ve metal formlarının elde edildiği ülke pozisyonunda büyük oranda Çin Pazar hakimiyetini korumaktadır. İkinci sırada hernekadar

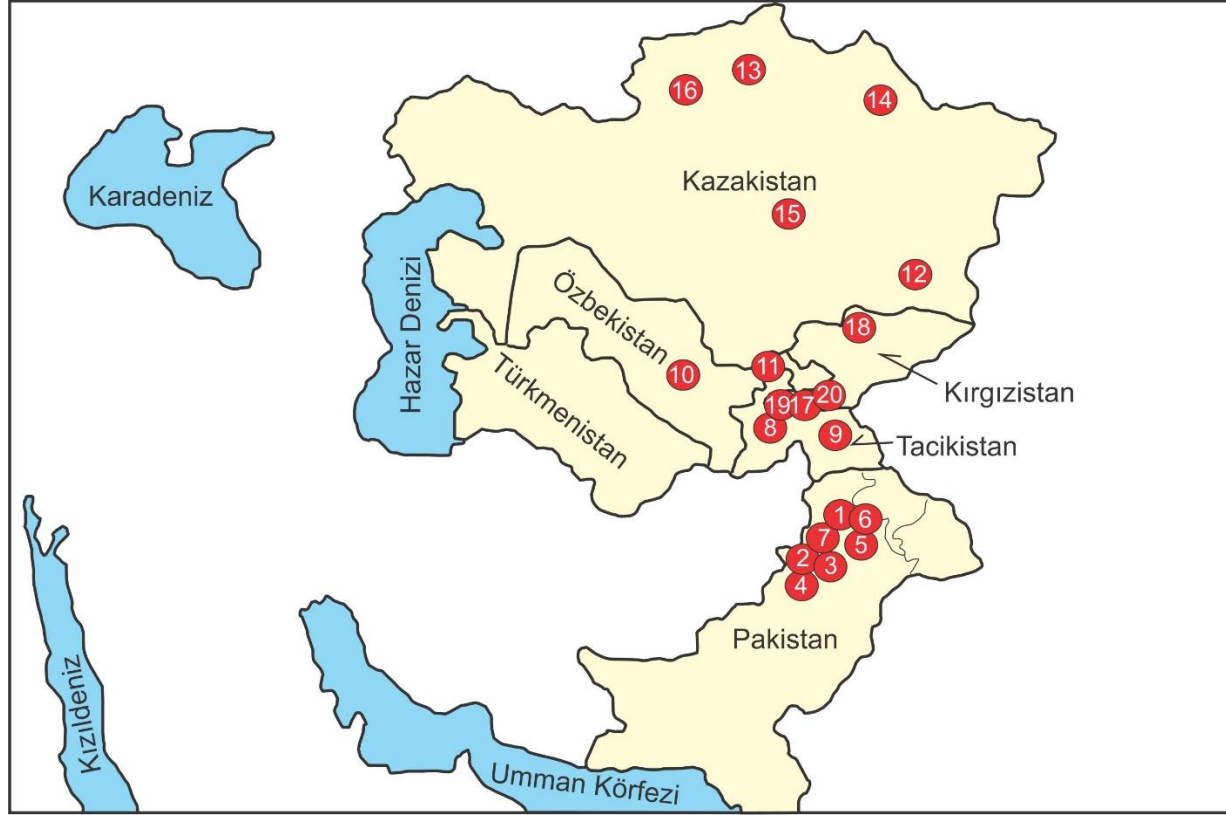
Avustralya yer alsa da bu ülkeden tedarik edilen konsantre halindeki hammaddenin zenginleştirilip saflaştırılma işlemleri Malezya'da gerçekleştirilmektedir. Yine Kanada bu işlemler için Güneydoğu Asya ülkesi olan Laos'u tercih etmiştir. Esasında Çin'i takiben Avustralya, Kanada, Vietnam, Brezilya, Rusya, Hindistan gibi ülkeler de büyük oranda NTE rezervlerine sahip olmalarına rağmen endüstriyel anlamda zenginleştirme ve saflaştırma işlemleri yukarıda bahsedilen sınırlı sayıda ülkede yürütülmektedir. Bunun temel nedenleri olarak ana hatları ile çevresel regülasyonların zayıflığı, ucuz işgücü ve ucuz sarf malzeme giderleri olarak gösterilebilir.

Ancak yukarıda ifade edildiği gibi NTE'lerin bağımlı olduğu stratejik sektörlerdeki çok yüksek boyuttaki ticaret hacimleri ve ulusal güvenlik problemi oluşturması gibi faktörler dikkate alındığında teknoloji üreten tüm ülkeler NTE'lerin saflaştırma işlemlerinin de ya kendi sınırları içerisinde ya da güvenilir bir ortak ile yapılması yönünde bazı hamleler yapmak durumunda kalmıştır. Buna en belirgin örnek olarak halihazırda ABD ile Avustralya ortaklığı ile yürütülen '*USA Rare Earths*' projesi verilebilir. Yine bununla beraber Nebraska, Wyoming ve Teksas bölgelerindeki hammaddenin proses edilmesi için Alaska, Teksas ve Kaliforniya'da tesisler kurulmaktadır. ABD tüm bu çalışmalar esnasında güvenilir ortak olarak gördüğü Avustralya, Kanada, Japonya ve Birleşik Krallık ile ikili işbirliği geliştirme çalışmalarını hızlandırmış durumda ve gerekli yasal düzenlemeleri yapmaktadır. Yine Kanada tarafından Saskatchewan Araştırma Konseyi aracılığı ile kendi sınırları içerisinde NTE üretim tesisini 2022 yılı sonuna kadar faaliyete geçirmeyi planlamaktadır. Japonya ise bir yandan yerli hammadde kaynakları üzerindeki Ar-Ge faaliyetlerini hızlı bir şekilde sürdürürken diğer taraftan da halihazırda ihtiyaç duyduğu NTE ithalatını güvenceye almak adına Avustralyalı şirket Lynas ile 2011 yılında imzalamış olduğu ortaklığın ticaret hacmini yükseltmektedir. Pazarda Çin dışında en etkili aktör pozisyonunda bulunan Lynas şuanda yaklaşık 1/3 oranındaki NTE üretimini doğrudan Japonya'ya ihraç etmektedir. Japonya ise JOGMEC (*Japan Oil, Gas and Metals National Corporation*) aracılığı ile 2011 yılında Lynas'a yapmış olduğu yatırım ile bu şirketin ayakta kalmasını sağlamış ve günümüzde de doğrulandığı gibi ileriye doğru stratejik önemde bir hamle yapmıştır. Buna karşın örneğin ABD'deki şirket Molycorp 2014 yılında iflas etmiş olup 2017 yılında yeniden açılmıştır. Dolayısı ile Çin istediği zaman uluslararası NTE pazarındaki fiyatları birden aşağı çekerek ve manüpile ederek özel sektörün bu alana yatırım yapmasını ciddi seviyede engellemiştir. Bu gelişmelere ilaveten Güney Kore ile Avustralya arasında yine NTE'lerin yüksek kalite ve saflıkta üretimi noktasında Dubbo Projesi aracılığı ile ortak Ar-Ge faaliyetleri ve pilot tesis seviyesinde üretim çalışmaları yürütülmektedir. Benzer şekilde %90 oranında Çin'e bağımlı olan Hindistan ise yine Avustralya ile ikili işbirliği çalışmalarını hızlandırmıştır. Burada dikkat çeken husus ise bahsi geçen ülkeler tarafından Avustralya'nın güvenilir bir ortak olarak tercih edilmesi ve NTE'ler hakkındaki mevcut tecrübe ve kapasiteleri dikkate alınarak gerekli finansman desteğinin Avustralya'lı şirketlere sağlanmasıdır. Avrupa Birliği ise özellikle 2014 yılından itibaren çok sayıda Ar-Ge projesini desteklemiş olup bununla beraber sınırları içerisinde pilot tesis sayısını hızla arttırmıştır. Örneğin, son dönemde güncellenmiş kritik hammaddeler raporunu yayınlamış (EC, 2020) ve NTE'leri en yüksek seviyede tedarik riski bulunan hammaddeler olarak tanımlamaya devam etmiştir. Buna ilaveten yine güncel bir gelişme olarak '*European Raw*

Materials Alliance' isminde bir birliğin kurulacağı ve bu birliğin AB içerisinde üretim faaliyetleri bulunan yenilenebilir enerji, savunma ve uzay sektörleri için güvenilir NTE ve NdFeB mıknatıs tedarik zinciri kurulması amacıyla ilgili paydaşları bir araya getireceği duyurulmuştur. Özetle, NTE'lerin gerek jeolojik kaynaklardan elde edilmesi gerekse ikincil kaynaklardan (örn. NdFeB mıknatıslar) geri dönüşüm ile kazanım çalışmaları tüm dünya tarafından hızlı bir şekilde yürütülmektedir. İlgili faaliyetler çok daha fazla ayrıntısı ile verilebilecekken bu çalışmanın amacı ve kapsamı dikkate alındığında burada ana hatları ile bahsedilebilmiştir.

Şekil 1 ve Tablo 1'de sunulduğu gibi Orta Asya ülkeleri dikkate alınması gereken ciddi oranda potansiyel NTE cevherleşme alanlarına sahiptir. Esasında 2010 yılında meydana gelen uluslararası NTE tedarik zincirindeki kesinti sonrasında Japonya, Güney Kore, ABD ve Almanya gibi ana tüketici pozisyonundaki ülkeler Kazakistan, Kırgızistan ve Tacikistan gibi ciddi oranda NTE rezervleri bulunan Orta Asya ülkeleri ile ikili işbirlikleri yapma yönünde adeta yarış halinde olmuştur. Örneğin, 2011 yılında Kazakistan devleti kontrollü şirket olan Kazatomprom ile Toshiba arasında, 2012 yılında ise yine Kazatomprom, Sumitomo ve JOGMEC arasında NTE'lerin işletilmesi ve teknoloji transferi alanlarında anlaşmalar imzalanmıştır (Peyrouse, 2013). Japonya'ya ilaveten 2011 ve 2012 yıllarında Rusya, Fransa ve Almanya da yine Kazatomprom ile uzun süreli stratejik işbirliği geliştirme çalışmalarını hızlandırmıştır. Aynı yıllarda Japonya ve Güney Kore Kırgızistan'ın önemli NTE sahalarından biri olan Kutesay-II ile ilgilendiklerini ve gerek üretim gerekse teknoloji transferi konularında işbirliğine açık olduklarını ifade etmişlerdir. Tacikistan ise nispeten sınırlı rezervlerine rağmen özellikle Rusya ve Kazakistan'ın işbirliği kurmak istedikleri ülkeler arasında yer almıştır (Peyrouse, 2013). Buradan açıkça görüldüğü gibi NTE tedarik zincirinde karşılaşılan beklenmedik bir kesinti sonrasında oluşan endişe ile teknoloji üreten ülkeler Orta Asya ülkeleri ile çeşitli anlaşmalar imzalamak için adeta yarışa girişmişlerdir. ABD Jeolojik Araştırmalar Kurumu olan USGS tarafından 2018 yılında yayınlanan rapor kapsamında Kazakistan, Kırgızistan, Tacikistan, Özbekistan ve Türkmenistan bünyesinde toplamda 384 adet NTE oluşumlarının olduğunu belirlenmiştir. Ancak tarafımızca incelenen bu rapor çok geniş bir perspektifte hazırlanmış olup esasında günümüz işletme teknolojisi dikkate alındığında NTE'lerin ekonomik düzeyde bulunabileceği alanlar çok daha az seviyededir.

Şekil 1. Orta Asya Ülkelerindeki Potansiyel NTE Cevherleşme Alanları (Pakistan ikili işbirliği geliştirme potansiyelimiz dikkate alınarak dahil edilmiştir)



Dip Not: Şekil 1'de gösterilen ülkelerdeki NTE lokasyonları yaklaşık bölgeler olarak ifade edilmiştir. Numaralar ise Tablo 1'deki sıralama ile eşleştirilmiştir.

Yaptığımız araştırmaya göre Türkmenistan'da herhangi bir NTE cevherleşme sahası saptanmamıştır, bu sebeple o bölgede bir işaretleme yapılmamıştır. NTE cevherleşmeleri Tacikistan'da kuzey bölgesinde yoğunlaşırken, aynı şekilde Pakistan'da da potansiyel NTE cevherleşmesi ülkenin kuzey kısmındadır. Tacikistan'da 2 bölge (8 ve 9) belirlenmiştir ve bu bölgelerde baskın olarak La, Ce, Nd ve Y elementleri bulunmaktadır. Pakistan'da 7 bölge (1 ile 7 arası) saptanmış olup, bu bölgeler genellikle La, Ce, Nd ve Y elementlerini içermektedir. Özbekistanda ki bölgeler 10. ve 11. bölge olarak işaretlenmiştir. Kazakistan'da 5 bölge (12 ve 16 arası) mevcuttur ve bu bölgelerde La, Ce ve Nd elementleri baskın olarak bulunmaktadır. Kırgızistan'da 4 bölge (17 ile 20 arası) saptanmıştır ve bu bölgelerde de La, Ce ve Nd elementleri yoğunlukla mevcuttur.

Şekil 1 ve Tablo 1'de sunulan Orta Asya ülkelerindeki potansiyel NTE cevherleşme alanları, kayaç türleri, belirlenmiş cevher mineralleri gibi bilgiler ayrıntılı uluslararası literatür taraması sonucunda oluşturulmuş olup ekonomik düzeyde irdelenmesi gereken bölgeleri temsil etmektedir. Burada özellikle NTE mineral türleri zenginleştirme ve saflaştırma işlemleri esnasında kritik öneme sahiptir. Çünkü değişik mineral türleri (karbonat, silikat veya fosfat gibi) için farklı prosesler uygulanmak zorundadır. Burada sunulan Orta Asya ülkeleri ve sahip oldukları NTE rezervleri dikkate alındığında uluslararası NTE tedarik zincirinde önemli birer oyuncu olabilecek potansiyele sahiplerdir. Ülkemizin gerek son yıllarda hızlandırdığı ulusal NTE tedarik zinciri kurma çalışmaları gerekse burada bahsi geçen ülkeler ile ikili işbirliği geliştirme potansiyeli birlikte değerlendirildiğinde mutlaka ilgili adımları atması gerektiği düşünülmektedir. Örneğin; TENMAK, MTA ve Eti Maden gibi kurumlarımız aracılığı ile Tablo 1'de sunulan Orta Asya ülkeleri bünyesindeki potansiyel NTE cevherleşme alanlarındaki arama, geliştirme ve uzun süreli üretim faaliyetleri yürütülebilir. Halihazırda MTA'nın TİKA işbirliği ile Özbekistan, Türkmenistan ve Azerbaycan ile ilgili girişimleri bulunmaktadır. Özellikle Özbekistan ile altın ve volfram aramacılık faaliyetleri aktif şekilde yürütülmektedir. NTE'lerin stratejik önemi ve yukarıda bahsedilen ikili işbirlikleri dikkate alındığında Ülkemizin de ulusal çapta güvenilir ve kesintisiz NTE tedarik zinciri kurma çalışmalarını Tablo 1'de sunulan ülkeler ile desteklemesi oldukça faydalı olacaktır. Bu noktada ilgili kamu kurumlarımız bahsi geçen gerek jeolojik prospeksiyon gerekse geliştirme ve kazanım faaliyetlerini başarı ile yürütebilecek yetkinlik ve kabiliyete sahiptir. Tablo 1'de sunulan bilgiler daha dikkatli bir şekilde incelendiğinde özellikle Kazakistan'ın Semey Bölgesi'nde bulunan Verkhnee Espe ve Iysor cevherleşme alanları hafif NTE'lere ilaveten ağır NTE'leri ihtiva etmesi nedeniyle kendi içerisinde ayrıca stratejik bir öneme sahiptir. Dünya genelinde ağır NTE'ler büyük oranda Çin'in Jiangxi bölgesinde üretilmekte olup gerek kullanıldıkları kritik sektörler gerekse sınırlı rezerv alanları dikkate alındığında ayrıca bir stratejik önem arz etmektedir. Ülkemizin ilgili kurumlarımız aracılığı ile Tablo 1'de sunulan ülkeler ile yürüteceği işbirlikleri kapsamında tüm potansiyel alanlar çok daha ayrıntılı şekilde incelenmelidir. Burada sunulan bilgilerin uluslararası literatürde yayınlanmış halde bulunan akademik makale ve raporlara dayanması nedeniyle daha ayrıntılı çalışmalar için yine ilgili ülkelerin yayınlanmamış raporları da ikili işbirliği kapsamında dikkatle incelenmelidir.

	ÜLKE	BÖLGE	CEVHERLEŞME ALANI	KOORDİNAT	KAYAÇ TÜRÜ	MİNERAL TÜRÜ	BASKIN ELEMENTLER	REFERANSLAR
1	Pakistan	North West Frontier	Hazara	35°45'K 72°13'D	Metakilitaşı ve Metasiltiltaşı	Ferromanganez ve Al-fosfat mineralleri	<i>NTE yan ürün</i>	Tahir ve Moon (2007)
2		Mardan	Khungai köyü (Rusttam)	34°7'K 71°15'D	Karbonatit	Monazit	La, Ce, Nd	Khattak vd. (1984).
3		Surghar-Shingar, KB Himalayalar	Siwalik Grup Dhok Pathan Formasyonu	33°34'K 71°47'D	Kumtaşı	Monazit	La, Ce, Nd, Pr, Sm, Gd	Ali vd. (2018)
4		Peshawar Alkalen Kompleksi	Loe Shilman	34°27'K 71°91'D	Karbonatit	Monazit, Ksenotim, Bastnazit, Allanit	La, Ce, Nd, Y	Le Bas vd. (1987); Jan vd. (1981)
5			Ambela-Koga-Naranji Kandao	34°24'K 72°29'D	Granit, Siyenit, Karbonatit	Monazit, Ksenotim, Bastnazit, Allanit	La, Ce, Nd, Y	Malkani vd. (2017) ve içerisindeki referanslar
6			Jambil-Jawar	35° 5'K 72°47'D	Karbonatit	NTE minerali belirlenmemiştir.	<i>Potansiyel</i>	Khattak vd. (2005)
7			Zagi Dağı, Warsak	34° 0'K 71°21'D	Alkalen Granit	Bastnazit, Parisit, Monazit	La, Ce, Nd, Y	Khan vd. (2009)
8	Tacikistan	Rasht	Dara-i-Pioz Alkalen Kompleksi	39° 8'K 70°23'D	Karbonatit	NTE minerali belirlenmemiştir.	La, Ce, Y	Faiziev vd. (2010)
9		Pamir	Dunkeldik	37°53'K 73°16'D	Karbonatit, Siyenit	Bastnazit, Allanit	La, Ce, Nd	Hong vd. (2019)
10	Özbekistan	Semerkant	Ingichke	40°7'K 66°47'D	Monzonit, Granodiyorit, Granit (Skarn Zonu)	Şelit	<i>NTE yan ürün</i>	Orris ve Grauch (2002); Soloviev ve Kryazhev (2018)
11		Tienshan	Kalmakyr ve Muruntau	40°46'K 69°46'D	Lamprofir ve Karbonatit	NTE minerali belirlenmemiştir.	<i>Potansiyel</i>	Seltmann vd. (2014)

12	Kazakistan	Semey	Verkhnee Espe ve Iysor	43°38'K 77°8'D	Alkalen Granit	Gagarinit, Sinçisit, Ksenotim, Basnazit, Gadolinit	La, Ce, Nd, Dy, Y, Yb	Baisalova vd. (2017)
13		Kokshetau	Dubrava Masifi	52°49'K 68°45'D	Karbonatit	Apatit	La,Ce,Nd	Letnikov ve Zayachkovsky (2007)
14		May	Tleumbetskii	51°30'K 77°58'D	Peralkalen Granit, Siyenit	Allanit, Monazit	La, Ce, Nd	Orris ve Grauch (2002); Kogarko vd. (1995)
15		Ulytau	Karsakpai	47°51'K 66°46'D	Siyenit, Nefelin Siyenit	Allanit	La, Ce	Orris ve Grauch (2002); Kogarko vd. (1995)
16		Kuzey Ulytau	Karaturgay ve Mayke	50°07'K 65°13'D	Karbonatit	NTE içeren fluorofosfat	Dy, Er, Y, Ce	Stepanets vd. (2019)
17	Kırgızistan	Tien Shan	Matcha ve Zardalek-Turkestan-Alai Sırtı	39°47'K 71°30'D	Karbonatit	Monazit	La, Ce, Nd-potansiyel	Vrublevskii (2017)
18		NE of Bishkek	Kutessai-II	42°51'K 75°16'D	Granofir	Monazit, Ksenotim, Sinçisit, Parisit	La, Ce, Nd, Y	Orris ve Grauch (2002); Kogarko vd. (1995)
19		Batken	Karaganskii	39°51' K 70°D	Siyenit, Nefelin Siyenit	Monazit	La, Ce, Nd	
20		Batken	Matchinskii	40°4'K 72°52'D	Karbonatit, Nefelin Siyenit	NTE minerali belirlenmemiştir.	<i>Potansiyel</i>	

Tablo 1. Orta Asya Ülkelerindeki Potansiyen NTE Cevherleşme Alanları (Pakistan ikili işbirliği geliştirme potansiyelimiz dikkate alınarak dahil edilmiştir)

Dip Not: Tablo 1’de verilen koordinatlar bölgeler bazında oluşturulmuş olup yaklaşık koordinatları temsil etmektedir.

Yukarıda Tablo 1’de haritada işaretlenen noktalar ülke isimleriyle detaylı olarak açıklanmıştır. İlk sütun haritada gösterilen sayıları temsil ederken, ikinci sütunda sayılara denk gelen ülke isimleri belirtilmiştir. Üçüncü sütunda potansiyel cevherleşme sahalarının bölgeleri gösterilirken, dördüncü sütunda ise cevherleşme alanlarının isimleri mevcuttur. Beşinci sütunda belirlenen bölgelerin koordinatları verilmiştir. Altıncı ve yedinci sütunda sırasıyla bölgede bulunan kayaç ve mineral türleri belirtilirken, sekizinci sütunda cevherleşme alanında baskın olarak bulunan elementler verilmiştir. Dokuzuncu sütunda ise potansiyel cevherleşme alanları belirlenirken kullanılan referans bilimsel makaleler yer almaktadır.

Ülkemiz sınırları içerisinde güvenilir ve kesintisiz NTE tedarik zinciri kurulması çalışmaları TENMAK, MTA, Eti Maden ve MAPEG gibi kamu kurumlarımız öncülüğünde ve üniversitelerimiz (örn. Munzur Üniversitesi Nadir Toprak Elementleri Uygulama ve Araştırma Merkezi, KTÜ Maden Mühendisliği Hydromet-B&Pm Araştırma Grubu) ile özel sektör (örn. Meta Nikel, Rumelisiad) paydaşlarının destekleri ile son dönemde hız kazanmıştır. Ayrıca Sanayi ve Teknoloji Bakanlığı Sanayi Genel Müdürlüğü ve TÜBİTAK MAM gibi kurumlarımızın da ulusal NTE tedarik zinciri kurulması yönündeki çalışmaları bilinmektedir. Tüm bu gelişmeler NTE’ler üzerindeki farkındalık seviyesinin hızlı bir şekilde arttığını ve Ülkemizin ilgili tüm kurum ve sektör paydaşları ile gerekli adımları atma yönündeki kararlılığını göstermektedir. Daha önceki bölümlerde de vurgulandığı gibi gelecekte sürekli olarak doğrusal bir artış gösterecek olan ileri teknoloji tabanlı üretim faaliyetleri dikkate alındığında herhangi bir uluslararası tedarik riski veya koronavirüs pandemisinde görüldüğü gibi küresel bir şok karşısında Ülkemizde de üretim faaliyetlerinde bir aksama yaşanmaması amacıyla güvenilir ve kesintisiz NTE tedarik zincirini kurulması gerekmektedir. Koronavirüs sürecinde de tecrübe edildiği gibi küreselleşmenin hızla azaldığı bu dönemde herhangi bir beklenmedik olumsuz gelişme karşısında kendi kendine yetebilen bir ülke refleksi gösterebilmenin önemi bir kez daha ortaya çıkmıştır. Sınırlarımız içerisinde bir taraftan yeni arama çalışmaları yürütülürken diğer taraftan koordineli bir şekilde yakın coğrafyalarımızda bulunan potansiyel NTE cevherleşme alanları da dikkatle değerlendirilmeli ve ilgili arama-geliştirme faaliyetleri ikili işbirlikleri çerçevesinde daha ayrıntılı ve sistematik bir şekilde yürütülmelidir. Özellikle bulunduğumuz jeopolitik pozisyon göz önünde bulundurulduğunda Ülkemiz gerçekleştireceği proaktif hamleler ile önümüzdeki süreçte uluslararası NTE tedarik zincirinde başta AB ülkeleri olmak üzere teknoloji üreten tüm ülkeler için güvenilir bir ortak olma potansiyeline fazlasıyla sahiptir.

Tüm dünya genelinde baş döndürücü şekilde hızlı gelişmelerin yaşandığı bu stratejik sektörde Ülkemiz de hakettiği pozisyonu almalı ve yerli üretim faaliyetlerini güvenceye almanın yanı sıra uluslararası gelişmeler yön verecek bir konumda bulunmalıdır. Ülkemiz sahip olduğu teknik altyapı ve uluslararası alandaki etki gücü ile bu faaliyetleri rahatlıkla yürütebilecek kapasite ve yetkinliğe sahip durumdadır.

Kaynakça

Adamas Intelligence (2020). Rare Earth Magnet Market Outlook to 2030.

Ali, A., Jiayong, P., Jie, Y., & Nabi, A. (2018). Preliminary Resource Potential Assessment of Placer Light Rare Earth Elements (Irees) from mid-Siwalik Sediments of a late Miocene Himalayan Foreland Basin, Pakistan. *Int.J.Econ.EnvIRON.Geol*, 9(3), 1–5.

Baisalova A, Bekenova G, Dolgopolova A, Seltmann R (2017) Geological and mineralogical characteristics of REE mineralisation of the Verkhnee Espe and Iysor granitoid massifs (East Kazakhstan). *Applied Earth Science*, 126 (2):40-41.

European Commission (2020). Critical Raw Materials Resilience: Charting a Path towards greater Security and Sustainability.

Faiziev, A. R., Gafurov, F. G., & Sharipov, B. N. (2010). Carbonatites of the Dara-i-Pioz Alkaline Massif, Central Tajikistan, and Their Compositional Features. *Geochemistry International*, 48(11), 1084–1096.

Hong, J., Ji, W., Yang, X., Khan, T., Wang, R., Li, W., & Zhang, H. (2019). Origin of a Miocene alkaline–carbonatite complex in the Dunkeldik area of Pamir, Tajikistan: Petrology, geochemistry, LA–ICP–MS zircon U–Pb dating, and Hf isotope analysis. *Ore Geology Reviews*, 107, 820–836.

Jan, M. Q., Kamal, M., & Qureshi, A. Á. (1981). Petrography of The Loe Shilman Carbonatite Complex, Khyber Agency. *Geol. Bull. Univ. Peshawar*, 14, 29-43.

Khan, E. U. (2009). Chemistry and Genesis of REE Bearing Gemstones from The North West Frontier Province, Pakistan. (MSc thesis), Kingston University.

Khattak, M. U. K., Ahmad, I., & Parvez, M. K. (1984). Carbonatite Body Near Khungai, Rustam Area, District Mardan, North Pakistan. *Geol. Bull. Univ. Peshawar*, 17, 174-175.

Khattak, N. U., Qureshi, A. A., Akram, M., Ullah, K., Azhar, M., & Khan, M. A. (2005). Unroofing History of The Jambil And Jawar Carbonatite Complexes from NW Pakistan: Constraints from Fission-Track Dating Of Apatite. *Journal of Asian Earth Sciences*, 25(4), 643-652.

Kogarko, L.N., Kononova, V.A., Orlova, M.P., & Wooley, A.R. (1995). Alkaline Rocks and Carbonatites of The World; *Part Two, Former USSR: London, Chapman and Hall*, 226 p.

Le Bas, M. J., Mian, I., & Rex, D. C. (1987). Age and Nature of Carbonatite Emplacement in North Pakistan. *Geologische Rundschau*, 76(2), 317-323.

Letnikov, F. A., & Zayachkovsky, A. A. (2007). The Dubrava Massif of Pyroxenites, Alkaline Rocks, and Carbonatites. *Geology of Ore Deposits*, 49(1), 69-79.

Malkani, M. S., Khosa, M. H., Alyani, M. I., Khan, K., Somro, N., Zafar, T., Arif, J., & Zahid, M. A. (2017). Mineral Deposits of Khyber Pakhtunkhwa and FATA (Pakistan). *Lasbela University Journal of Science and Technology*, 6, 23-46.

- Orris, G. J., & Grauch, R. I. (2002). Rare Earth Element Mines, Deposits, and Occurrences. *Open-File Report 02-189*, 174.
- Peyrouse, S. (2013). Race for Rare Earths in Central Asia <https://blog.nationalgeographic.org/2013/08/20/race-for-rare-earths-in-central-asia/>
- Seltmann, R., Dolgoplova, A., & Choulet, F. (2014). Seeking the Mantle Contribution for the Formation of Giant Ore Deposits: Contemporaneous Alkaline Lamproites And Carbonatites in The Kalmakyr And Muruntau Ore Districts, Tienshan, Uzbekistan. *Acta Geologica Sinica - English Edition*, 16. https://doi.org/10.1111/1755-6724.12376_12
- Soloviev, S. G., & Kryazhev, S. G. (2018). Tungsten Mineralization in The Tien Shan Gold Belt: Geology, Petrology, Fluid Inclusion, and Stable Isotope Study of The Ingichke Reduced Tungsten Skarn Deposit, Western Uzbekistan. *Ore Geology Reviews*, 101, 700-724.
- Stepanets, V. G., Levin, V. L., Bekenova, G. K., Li, E. S., Zhukov, N. M., & Khakimzhanov, M. (2019). Minerals of Noble and Rare Elements in Karaturgay and Mayke Ore Types Of Mayatas Ore Region (North Ulytau, Kazakhstan), 2, 21-29.
- Tahir S., M., & Moon, C. J. (2007). Manganese and Ferromanganese Ores from Different Tectonic Settings in the NW Himalayas, Pakistan. *Journal of Asian Earth Sciences*, 29(2-3), 455-465.
- USGS (2018). Rare Earth Element and Rare Metal Inventory of Central Asia. Fact Sheet 2017–3089.
- Vrublevskii, V. V. (2017). Origin of Carbonatites of the Matcha Alkaline Pluton from Turkestan-Alai Ridge, Kyrgyz Southern Tien Shan. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 8, 1