



**TÜRK BAKIR SEKTÖRÜ**

# **2. ULUSAL BAKIR ZİRVESİ SONUÇ RAPORU**



**TURKISH  
METAL  
EXPORTERS**

# 2. ULUSAL BAKIR ZİRVESİ

13 ŞUBAT 2026

İstanbul Teknik Üniversitesi Ayazağa Kampüsü  
Süleyman Demirel Kültür Merkezi, İstanbul

## PROGRAM

08:30 – 09:00 Kayıt ve İkram

09:00 – 10:15 Açılış ve Protokol Konuşmaları

Prof. Dr. Hasan Mandal – İstanbul Teknik Üniversitesi Rektörü

Hayrettin Çaycı – Kocaeli Sanayi Odası Meclis Üyesi

Ender Yılmaz – İstanbul Sanayi Odası Meclis Başkanı

Çetin Tecdelioğlu – İstanbul Demir ve Demir Dışı Metaller İhracatçıları Birliği Yönetim Kurulu Başkanı

Mehmet Ali Kılıçkaya – T.C. Ticaret Bakanlığı İhracat Genel Müdürü

10:15 – 11:15 1. Panel: Türkiye ve Küresel Bakır Piyasaları: Arz, Talep ve Fiyat Dinamikleri

Moderatör: Sevgür Arslanpay – İDDMİB Yönetim Kurulu Başkan Yardımcısı, KSO Meclis Üyesi

Konuşmacılar:

Robert Edwards – CRU Bakır Piyasaları Baş Analisti

Şant Manukyan – İş Yatırım Genel Müdür Yardımcısı

Asım Akbaş – Eti Bakır A.Ş. Genel Müdürü

Prof. Dr. Sebahattin Gürmen – İTÜ Kimya Metalürji Fakültesi Dekanı

11:15 – 11:30 Ara

11:30 – 12:30 2. Panel – Türk Bakır Sektöründe Yeşil Dönüşüm, Sürdürülebilirlik, Yeni Teknolojiler ve İhracat Potansiyeli

Moderatör: Cengiz Kaya – İDDMİB Yönetim Kurulu Üyesi, İSO Meclis Üyesi

Konuşmacılar:

Prof. Dr. Adnan Midilli – İTÜ Enerji Enstitüsü Müdürü

Erdinç Yüksel – Türk Prysmian Kablo ve Sistemleri A.Ş. Ar-Ge Direktörü

Prof. Dr. Tanay Sıdkı Uyar – Türkiye Yenilenebilir Enerji Birliği EUROSOLAR Türkiye Yönetim Kurulu Başkanı

12:30 – 13:30 Öğle Yemeği

13:30 – 14:30 3. Panel – Değerlendirme ve Yol Haritası

Fatih Büyük – T.C. Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı, Tabii Kaynaklar Dairesi Koordinatörü

Sevgür Arslanpay – İDDMİB Yönetim Kurulu Başkan Yardımcısı, KSO Meclis Üyesi

Cengiz Kaya – İDDMİB Yönetim Kurulu Üyesi, İSO Meclis Üyesi

Macit Taşkın – Er-Bakır Elektrolitik Bakır Mamülleri A.Ş. Genel Müdürü

Prof. Dr. Murat Baydoğan – İTÜ Kimya Metalürji Fakültesi Bölüm Başkanı

**BÖLÜM 01**

# **AÇILIŞ KONUŞMALARI**



**TURKISH  
METAL  
EXPORTERS**

2024 yılında düzenlenen bakır zirvesinden bu yana dünyada savunma sanayi, enerji ve gıda başta olmak üzere kritik sektörlerde kendi kendine yetebilme çok daha ön plana çıkmıştır.

Üniversite – Sanayi iş birliği stratejik boyuta taşınarak, ortak araştırma merkezleri altyapısı oluşturulmalıdır. Aselsan ile birlikte 3. Laboratuvar ve toplamda 8 laboratuvar İTÜ bünyesinde firmaların kendi personeli ile ar-ge çalışmaları yapılmaktadır. Birlikte öğrenme modeli çerçevesinde iş birliği geliştirilmelidir.

Bakır kullanım talebinin 2026 yılında 32 milyon tona, 2030 yılında 40 milyon tona ve 2040 yılında ise 50 milyon tona ulaşması beklenmektedir. 2024 yılında dünya bakır talebinin %54'ünü oluşturan Çin'in, 2026 yılında dünya bakır talebinin %58'ini oluşturması beklenmektedir. Dünya'daki bakır tüketiminin 3/4'ü Asya bölgesinde gerçekleşmektedir.

Bakırayönelen yüksek talebin sebebi metalin üstün elektrik iletkenliği ve ısı dayanıklılığıdır, bu özelliklerde bakırdan görece daha etkili olabilen gümüşün ise talebi karşılaması mümkün değildir. Altın ve alüminyum ise elektrik iletkenliği ve ısı dayanıklılığı açısından bakırın gerisindedir.

Yüksek bakır talebine rağmen Endonezya madenlerindeki göçükler ve Çin'in izabe tesislerini kapatarak Rusya ve İran'dan ambargo altındaki rafine bakır ithal etmesi sebebiyle 2026 yılında bakır arzında 400 bin ton açık beklenmektedir.

Çin petROLSÜZ ekonomi anlayışı kapsamında, 2026 yılında ABD'nin 2,5 katı elektrik üretimi yapmaktadır. Dünyadaki lityum ve iyon pillerinin seri üretimini dünyada Çin yapmaktadır. Nadir toprak elementleri miktarlarının %70'i Çin'de üretilmektedir. Elektrik çağının üç temel bileşimi olan pil, güç elektroniği ve gömülü çip üretiminde Çin önde gitmektedir.

ABD ve Çin arasında Afrika kıtası cevherleri üzerinde rekabet sürmektedir. Çin, Afrika'da ürettiği yıllık yaklaşık 1,5 milyon ton katot bakırını ülkeye ithal etmektedir.

Nadir toprak elementleri savunma sanayi, yenilenebilir enerji, elektrikli araçların ve haberleşme-uzay teknolojilerinde önümüzdeki yıllarda büyük önem arz edecektir. Türkiye'nin nadir elementler adına potansiyelini ortaya çıkarabilmesi adına kamu-üniversiteler-sanayi iş birliğinin sağlanması gereklidir. Maden kaynaklarının işlenerek mamül haline getirilmesi ve katma değerli ihracat yapılması ülkemizi hammadde ithalatçısı olmaktan, ileri işleme teknolojileri ile nihai ürün üreten bir yapıya taşıyacaktır.

Bakır fiyatlarındaki artış ile birlikte Avrupa'da başta Almanya ve İspanya'nın enerji teşvikleri, Çin'in ve Türkiye Cumhuriyetleri'nin sübvansiyonlu ihracatı Türkiye'nin iç pazarını ve ihracat pazarlarını olumsuz etkilemektedir. Yurtdışından 2025 yılında 148,5 bin ton bakır mamülünü ithal edilmiştir, Türkiye'de üretimi yapılmasına rağmen 34 bin ton bakır boru ithal edilmiştir. Ülkede yeterli üretimi yapılan ürünlerin yurtdışından sübvansiyonlu ve dumpingli ithalatına karşı önlem alınması yerli üreticinin korunması için elzemdir.

Türkiye'den yıllık 80 bin ton ham bakır konsantresi ve 70 bin ton hurda ihraç edilmektedir. Türkiye'nin elektroliz ve izabe kapasitesini artırarak hammaddenin yurt içinde tutulması ve ithalatın azaltılması mümkündür.

2025 yılında ABD Jeolojik Araştırma Merkezi raporuna göre kanıtlanmış küresel bakır rezervlerinin yaklaşık 1 milyar ton olduğu belirtilmiştir. Mevcut üretim seviyeleri ile 40-45 yıllık bir rezervin kaldığı tahmin edilmektedir. Yeni keşifler ve maden teknikleri ile bu rezervin artabileceği belirtilmiştir.

Her çağda kullanılmasına rağmen yakın dönemde bakır tüketiminde sıçrama yaratan iki gelişme olmuştur, elektrikli otomobiller bu gelişmelerden biridir. Standart içten yanmalı araçlarda 20-25 kg bakır kullanılırken, elektrikli otomobillerde 80-100 kg bakır kullanılmaktadır. Elektrikli araçlar ile birlikte şarj altyapısı da bakıra talebi artırmaktadır. Diğer gelişme yenilenebilir enerji talebindeki artıştır. Rüzgar türbinleri ve güneş enerji santrallerindeki artan talep bakıra olan talebi de artırmaktadır.

Türkiye bakır sektörü ihracatı 2025 yılında miktar bazında 280 bin ton ve değer bazında 2,8 milyar dolar olarak gerçekleşmiştir. Dünya bakır ticaretinden %2 pay alan Türkiye'nin pazar payını artırmak adına katma değerli ihracata yönelmek gereklidir.

Sanayi girdileri arasında en önemli hammaddelerden biri olan bakır; enerji verimliliği, dijitalleşme, sürdürülebilir üretim ve yeşil teknolojiler çağında oldukça önemli bir role sahip olarak Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı tarafından Yüksek Öneme Sahip Kritik Metaller Listesine ve Sanayi ve Teknoloji Bakanlığı tarafından Milli Teknoloji Hamlesi Kapsamında Kritik Hammaddeler Listesine alınmıştır.

Bakır sektör ihracatı serbest bölgeler ihracatı da dahil olmak üzere 2025 yılında önceki yıla göre %28 artışla 3,8 milyar dolar olarak gerçekleşmiştir.

Bakır zirvesinin Turquality programı kapsamına alınarak desteklenmesi sonraki yıllarda zirvenin daha etkili olması adına faydalı olacaktır.

Türkiye bakır sektörünün en büyük pazarı olan Avrupa Birliği'ne yönelik olarak uygulamaya konulan Sınırdaki Karbon Düzenlemesi Mekanizmasına (SKDM) uyum kapsamında Ticaret Bakanlığının Responsible Destek Programına başvurulması firmaların yeşil dönüşümüne ve ihracatına katkı sağlayacaktır.

**BÖLÜM 02**

**1.PANEL:**

**TÜRKİYE VE KÜRESEL  
BAKIR PİYASALARI:  
ARZ, TALEP VE FİYAT  
DİNAMİKLERİ**



**TURKISH  
METAL  
EXPORTERS**

## ROBERT EDWARDS

Bakır endüstrisi maden sahasından nihai kullanıma kadar birkaç kritik aşamadan geçmektedir. Maden sahasında çıkarılan cevher (%0,3–1,5 Cu) önce konsantratör tesisinde işlenerek bakır konsantresi (%25–40 Cu) haline getirilir. Bir sonraki aşamada eritme ve rafinaj tesislerinde önce bakır anot (%98,5 Cu), ardından bakır katot (%99,97–99,99 Cu) üretilir. Nihai üründen önce yarı mamul tesislerinde tel çubuk, boru, levha gibi ürünler üretilerek son kullanıcıya ulaştırılır. Türkiye bu zincirin özellikle rafinaj ve yarı mamul aşamalarında aktif bir oyuncudur.

Maden üretiminde Amerika kıtası yaklaşık %50 paya sahipken Şili ve Peru bu kıtanın en büyük üreticileri konumundadır. Afrika önemli bir üretici olmakla birlikte altyapı ve jeopolitik riskler nedeniyle oynaklık göstermektedir. Rafine üretimde ise Çin açık ara lider konumdadır ve küresel toplam içinde baskın rol oynamaktadır. Türkiye hem maden hem de rafine üretimde küçük bir paya sahip olmakla birlikte yarı mamul aşamasında daha belirgin bir konumdadır.

2028–2035 döneminde ihtiyaç duyulacak kapasitenin büyük bölümünün henüz onay almamış "muhtemel" ve "mümkün" projelerden gelmesi beklenmektedir. Bu da ciddi bir arz riski oluşturmaktadır.

Türkiye, piyasa büyüklüğüne oranla oldukça fazla rafine katot ithal etmektedir. Kazakistan, Sırbistan, Rusya ve İran başlıca tedarikçiler arasında yer almıştır. Bu durum, Türkiye'nin küresel fiyat dalgalanmalarına ve jeopolitik risklere açık olduğuna işaret etmektedir.

2025 yılında dünya GSYİH'sinin yalnızca %20'sini oluşturan Çin, küresel rafine bakır tüketiminin yaklaşık %59'unu gerçekleştirmektedir. Bu orantısızlığın temel sebebi Çin'in ağır sanayiye dayalı büyüme modeli, altyapı yatırımları ve bakır yoğun ihracat sektörleridir. Türkiye ise %2 pay ile görece küçük ama stabil bir tüketici konumundadır.

Toplam bakır talebi içinde "büyüme piyasaları (elektrikli araçlar, yenilenebilir enerji, elektrik şebekeleri ve enerji depolama, veri merkezleri, savunma" olarak tanımlanan segmentlerin payı 2020'deki %17'den 2025'te %27'ye, 2030'da ise %31'e ulaşması öngörülmektedir. Geleneksel pazarların (inşaat, beyaz eşya, otomotiv vs.) payı ise %83'ten %69'a gerileyecektir; ancak mutlak hacim yine de artmaya devam edecektir.

2030'da açığa geçiş öngörülmekte; ancak onaylanmamış projeler devreye girmezse bu açığın 3.500.000 tona kadar büyüebileceği hesaplanmaktadır. Bu senaryo fiyatlar açısından güçlü bir yukarı yönlü baskı anlamına gelir.

Küresel borsalardaki (LME, SHFE, COMEX) rafine bakır stokları çok yıllık yüksek seviyelere ulaşmıştır. Bu birikimin temel nedeni ABD'nin Bölüm 232 (Section 232) kapsamında bakıra tarife uygulayabileceği endişesidir. Nitekim 2024 ortasından 2025 sonuna kadar aylık ABD ithalatı belirgin biçimde yükselmiştir. Bu yapay stok birikimi gerçek talebi yansıtmamakta ve fiyat sinyallerini kısmen çarpıtmaktadır.

Bakır fiyatı 2025 başından bu yana yaklaşık %45 değer kazanarak yaklaşık 13.000 \$/ton seviyesini aşmıştır. Bu yükselişte birkaç etken rol oynamaktadır: altın öncülüğündeki dolar değer kaybı beklentisi, enerji dönüşümüne yönelik uzun vadeli talep iyimserliği ve ABD tarife öncesi stok birikimidir. Fiyatın tarihi bir eşik olan 14.000 \$/ton sınırına yaklaşması ise dikkat çekicidir; zira bu seviyeye ulaşmak için kalan süre oldukça kısa görünmektedir.

Hızlı fiyat artışının yarattığı en önemli yapısal tehdit alüminyuma ikamedir. Bakır/alüminyum fiyat oranı tarihsel ortalamaların üzerinde seyretmekte olup bu durum özellikle elektrik kablolama, ısı eşanjörleri ve bazı inşaat uygulamalarında alüminyum tercihini artırabilir. Ancak bakırın iletkenlik, dayanıklılık ve işlenebilirlik açısından sahip olduğu üstünlükler nedeniyle ikame sınırlı kalmaktadır.

Türkiye için rafine katot ithalatında Rusya ve Kazakistan gibi jeopolitik açıdan hassas ülkelere bağımlılık, tedarik zinciri riskini artırmaktadır. Öte yandan, elektrikli araçlar, yenilenebilir enerji ve şebeke modernizasyonu gibi büyüme alanlarında Türkiye'nin yarı mamul bakır ürünlerine yönelik iç ve ihracat talebinin artması beklenmektedir. Uzun vadede arz açığı ve yüksek fiyat ortamı, Türkiye'nin bakır geri dönüşüm kapasitesini artırması ve ithalat kaynaklarını çeşitlendirmesi gerektiğine işaret etmektedir.

## **ŞANT MANUKYAN**

Tarihsel verilere bakıldığında ABD tarım dışı iş sektöründe saatlik verimliliğin döngüsel olduğu ve son dönemde ılımlı bir seyir izlediği görülmektedir. Fed'in projeksiyonları, yapay zeka öncülüğünde bir verimlilik sıçramasını fiyatlamaktadır. Ancak bu sıçramanın ne zaman ve hangi ölçekte gerçekleşeceği belirsizdir.

Almanya'nın sanayi üretimi, ABD ile 2018 yılında eşitken bu tarihten itibaren belirgin biçimde gerilemeye başlamıştır. Alman modelinin dört kritik avantajı bir anda çökmüştür: ucuz Rus enerjisi, düşük savunma harcamaları, Çin'e ihracat ve Doğu Avrupa'daki taşıma ağı. Avrupa enerji fiyatları 2026 başında tarihsel ortalamaların belirgin üzerinde seyretmektedir.

Manukyan, ABD ekonomisini Schumpeter'in "kredi ile finanse edilen inovasyon" teorisi bağlamında değerlendirmektedir. Yapay zeka ve enerji dönüşümüne yönelik devasa yatırımlar kısa vadeli enflasyonist baskı yaratmaktadır; ancak verimlilik kazanımları gerçekleşirse bu baskılar ortadan kalkacak ve "sosyal akış zenginleşecektir." Bu çerçevede Fed'in neden verimlilik artışına bahse girdiğini açıklamaktadır.

Çin GSYİH büyüme hızı 1990'lardaki çift haneli seviyelerden yaklaşık %5'e gerilemiştir. En kritik eksiklik tüketim odaklı büyümedir. Çin'in GSYİH içinde tüketim payı yalnızca yaklaşık %38-40 düzeyindedir; bu oran ABD'nin %68'inin, dünya ortalamasının %56'sının ve yüksek gelirli ülkeler ortalamasının %58'inin çok altındadır. Buna karşılık yatırımların payı %43'tür.

Tarihsel perspektiften bakıldığında Çin ve Hindistan dünya GSYİH'sinin büyük bölümüne 1800'lere kadar hâkim olmuştur. Batı'nın yükselişi görece yeni bir olgudur. Bu çerçevede Çin'in küresel ekonomideki payını tarihsel düzeylerine geri götürme çabası, uzun vadeli ve doğrusal bir süreç olarak okunabilir.

Çin tarafından ABD'ye yapılan ihracat 2025 yılında kümülatif olarak yaklaşık %109 oranında geriledi. Buna karşılık ASEAN'a ihracat %77, Afrika'ya %45, AB'ye %39 oranında arttı. Çin ihracatını gelişmiş pazarlardan gelişmekte olan pazarlara çevirmektedir; bu durum uzun vadede Türkiye gibi ülkeler için hem fırsat hem de rekabet riski anlamına gelmektedir.

Çin, sosyalist ekonomilerde görülen kronik kıtlık yerine kronik aşırı kapasite sorunuyla karşı karşıyadır. Bunun sebebi devlet teşebbüslerinin (SOE) devlet güvencesiyle batmayacaklarını bilerek aşırı üretim yapmasıdır. Aynı zamanda özel firmalar arasındaki yoğun rekabet bu aşırı kapasiteyi daha da derinleştirmektedir. Otomotiv sektörü bu tablonun en çarpıcı örneğidir: Üretim kapasitesi iç satışların yaklaşık iki katına ulaşmış durumdadır.

Çin, nadir toprak elementlerinin rafinasyonunda %90'ın üzerinde pazar payına sahiptir. Ağır nadir toprak elementlerinde pay %99,9'a çıkmaktadır. Yarı iletkenler alanında ABD üstündür; ancak mineral arenasında bu açığı kapatmak 10-20 yıl alabilecektir.

Küresel bakır keşiflerinin sayısı 2010 zirvesinden bu yana belirgin düşüş eğilimindedir. Ortalama cevher tenörü 2000'deki yaklaşık %0,93'ten 2025'te %0,53'e gerilemiştir. Bu gelişme aynı miktarda bakır üretebilmek için çok daha fazla kaya işlenmesi anlamına gelmekte, dolayısıyla birim maliyetleri artırmaktadır.

Dünyanın en büyük bakır üreticisi Codelco'nun planlanan projelerinin gerçekleşmeme ihtimaliyle mevcut üretim kapasitesinde düşüş riski mevcuttur. Bu düşüşün telafi edilebilmesi için istikrarlı yatırımlar gerekmektedir.

Çinli bir eritme tesisi ile Şilili madenci Antofagasta, 2026 yılı için yıllık bakır konsantresi işleme ve rafinaj ücretlerini (TC/RC) tarihsel olarak ilk kez 0 \$/ton seviyesinde anlaşımıştır. Bu durum konsantre arzının ne kadar sıkı olduğunu açıkça göstermektedir. Artık eritme tesisleri gelirlerini sülfürik asit satışından (%40), altın ve kıymetli metaller geri kazanımından (%35) ve katot primlerinden (%25) elde etmektedir.

AI (yapay zeka) altyapısı, elektrik şebekesi yatırımları ve savunma sanayii başlıca talep sürücülerini olarak öne çıkmaktadır. Bu üç segmentin ortak özelliği fiyata duyarsız olmalarıdır; başka bir deyişle bakır fiyatı ne kadar yükselirse yükselsin bu alanlar talepten vazgeçmeyecektir.

ABD Ticaret Bakanı, 30 Haziran 2026 tarihine kadar Cumhurbaşkanı'na bakır piyasası hakkında rapor sunmak zorundadır. Bu raporun ardından 1 Ocak 2027'den itibaren %15, 1 Ocak 2028'den itibaren ise %30 oranında aşamalı evrensel ithalat vergisi uygulanıp

uygulanmayacağına karar verilecektir. Bu tarih bakır piyasaları için son derece kritik bir belirsizlik noktası oluşturmaktadır.

COMEX bakır stokları tarihi zirve düzeylerine ulaşmıştır. Ancak bu stoklar Section 232 tarife tehdidi nedeniyle piyasaya çıkarılamamakta ve gerçek anlamda "kilitli" kalmaktadır. LME stokları ise çok daha sınırlı seviyededir.

### **ASIM AKBAŞ**

Son 1 yılda dünya genelinde ve sektörde yaşanan gelişmelerden dolayı paydaşların daha dikkatli bir ticari yatırım politikası gözettiği gözleniyor. Geçmişte arge ve inovasyon yatırımlarını tamamlayan firmalar yaşanan süreci daha rahat geçirmektedir.

Eti Bakır A.Ş. yatırımlarını sürdürmektedir, 2027 yılı sonunda Elazığ'da 20 bin ton, Çanakkale'de 20 bin ton, Sinop'ta 40 bin ton ilave konsantre üretimi beklenmektedir. Samsun izabe yatırımları ile 70 bin ton katot bakır kapasitesi 90 bin tona ulaşmıştır, 2027 ilk çeyreğinde ilave konsantre yatırımları neticesinde katot bakır kapasitesinin 120 bin tona ulaşması beklenmektedir. Buna rağmen 50 bin ton izabe açığı mevcuttur. Fiyatlardaki dalgalanmalar sebebi ile yeni izabe yatırımları ağır kalmaktadır.

Dünyada yüksek tenörlü cevher üretimi geride kalmıştır, bakır için düşük tenörlerde 0,30 – 0,40 cevher üretimi yapılmakta, yüksek tonajlı cevher adına daha fazla maliyet oluşmaktadır. Türkiye'de cevher arama kapasitesinin tam olarak kullanılmadığı düşünülmektedir, Maden Tetkik Arama öncülüğünde cevher aramasına öncelik verilmelidir.

Türkiye'de yeni bir izabe yatırımı adına en önemli faktörün yer seçimi olduğu düşünülmektedir, izabe tesisi ile birlikte izabe sırasında açığa çıkan asit için asit ve gübre tesislerinin de izabe tesisi ile birlikte değerlendirilmesi gerekmektedir.

### **PROF. DR. SEBAHATTİN GÜR MEN**

Bakır, Avrupa Komisyonu'nun kritiklik değerlendirme metodolojisine göre Tedarik Riski (TR)  $\geq 1$  ve Ekonomik Değer (ED)  $\geq 2,8$  eşliğini aşması nedeniyle "Yüksek Öneme Sahip Kritik Madenler" listesinde yer almaktadır. Bakırın kritiklik puanı  $\geq 16$  olup nihai puanın hesaplanmasında risk %70, ihracat %10 ve ithalat %20 ağırlıkla değerlendirilmektedir. Bu sınıflandırma bakır yalnızca ekonomik açıdan değil, ulusal güvenlik boyutuyla da kritik bir kaynak konumuna taşımaktadır.

Dünya bakır rezervleri birkaç ülkede yoğunlaşmıştır. Şili tek başına küresel rezervlerin %27'sine sahipken Peru %14, Avustralya %14, Demokratik Kongo Cumhuriyeti %12 ve Rusya %12 ile onu izlemektedir. Meksika %8, ABD %7 ve Çin %6 paya sahiptir. Bu coğrafi yoğunlaşma, tedarik zinciri kırılabilirliğinin temel kaynağını oluşturmaktadır.

2025 itibarıyla bakır tüketiminin sektörel dağılımı şu şekildedir: inşaat ve yapı %29, tüketici ürünleri ve elektronik %25, altyapı (enerji ve telekom) %19, ulaşım ve otomotiv %14, endüstriyel ekipmanlar ise %13 pay almaktadır.

Türkiye'nin yıllık bakır konsantresi üretimi yaklaşık 500–600 bin ton düzeyinde seyretmektedir. Yüksek tenörlü yataklar, artan global maliyetler ortamında Türkiye için önemli bir rekabet avantajı sunmaktadır.

Bakır neredeyse tamamı geri dönüştürülen bir metal olma özelliğiyle tarihin tüm dönemlerinde çıkarılmış bakırın yaklaşık %80'i hâlâ kullanımdadır. Geri dönüşüm, küresel bakır talebinin yaklaşık %30'unu karşılamaktadır. AB mevzuatı kapsamında üyelerin %25–30 oranında geri dönüştürülmüş hammadde kullanımı zorunlu tutulmaktadır. Dünya ekonomisinin yalnızca %7,2'si dögüsel bir modelde işlemektedir; bu oran bakır geri dönüşümüne yönelik büyük bir potansiyelin işaretidir.

Yapay zeka ve veri merkezleri alanında, standart veri merkezleri MW başına 10–15 ton bakır kullanırken yapay zeka veri merkezleri MW başına 27–30 ton bakır tüketmektedir. Bu fark, AI altyapısının bakır talebine yapacağı katkının geleneksel hesaplamaların çok ötesine geçeceğine işaret etmektedir.

Kuantum bilgisayarlar alanında, mutlak sifıra yakın çalışma sıcaklıklarında standart bakır yerine özel izotoplar olan Bakır-63 ve Bakır-65 kullanılmaktadır. Uzay ve havacılık teknolojilerinde ise roket motorları ve hipersonik araçlar için Bakır-Tantal-Lityum (Cu-Ta-Li) alaşımları geliştirilmekte; bu alaşımlar erime noktasına yakın sıcaklıklarda bile yapısal bütünlüğünü koruyabilmektedir.

Sağlık ve akıllı şehirler boyutunda bakırın doğal antimikrobiyal özelliği öne çıkmaktadır: hastane ve toplu taşıma yüzeylerinde bakteri ve virüsleri etkisiz kılarak "sağlıklı şehir" altyapısına katkı sağlamaktadır.

AB bakır talebinin 2050 yılına kadar %50'den fazla artması öngörülmektedir. AB'nin madencilik aşamasında üçüncü ülkelere bağımlılığı %48, işleme aşamasında ise %17 düzeyindedir. CRMA–2030 çerçevesinde AB, stratejik hammaddelerde en az %10 çıkarım, %40 işleme ve %25 geri dönüşüm kapasitesini kendi sınırları içinde gerçekleştirmeyi; tek bir üçüncü ülkeye olan bağımlılığı %65 ile sınırlandırmayı hedeflemektedir. AB Batarya Yönetmeliği kapsamında atık bataryalardan bakır geri kazanım hedefi 2027 sonu için %90, 2031 sonu için %95 olarak belirlenmiştir.

Türkiye cevher ve konsantre ihraç edip metal ithal eden mevcut yapıdan, izabe kapasitesini artırarak katma değeri yurt içinde tutan bir modele geçmelidir. Bu kapsamda somut hedefler; 120.000 ton/yıl kapasiteli primer üretim tesisi kurulması, iletim kabloları başta olmak üzere katma değeri yüksek ürünlerin ihracatı, entegre e-atık geri dönüşüm endüstrisinin geliştirilmesi, bakır alaşımlarında üretim ve ihracatın artırılması ve yakın coğrafyanın altyapı yenileme ihtiyacından yararlanması.

**BÖLÜM 03**

## **2. PANEL**

# **TÜRK BAKIR SEKTÖRÜNDE YEŞİL DÖNÜŞÜM, SÜRDÜRÜLEBİLİRLİK, YENİ TEKNOLOJİLER VE İHRACAT POTANSİYELİ**



**TURKISH  
METAL  
EXPORTERS**

## PROF. DR. ADNAN MİDİLLİ

“Bakırın kendisi değil, üretim süreci yeşildir.” Bir bakırın yeşil sayılabilmesi için dört temel koşulun sağlanması gerekmektedir. Üretimin düşük karbon ayak iziyle gerçekleştirilmesi, yenilenebilir enerji kullanım oranının yüksek tutulması, su, enerji ve atık yoğunluğunun azaltılması ve geri dönüştürülmüş içerik oranının artırılması bu koşulların başında gelmektedir.

Yüksek elektrik ve ısı iletkenliği, korozyon direnci, antibakteriyel özellik ve tam geri kazanılabilirlik gibi fiziksel üstünlüklerinin yanı sıra bakır; elektrifikasyonun temeli, hidrojenleşmenin vazgeçilmez girdisi ve savunma sanayisini stratejik olarak güçlendiren bir jeoekonomik metal olarak nitelendirilmiştir.

Yeşil hidrojen, güneş, rüzgar ve hidrolik gibi yenilenebilir kaynaklardan elde edilen elektriğin elektrolizörler aracılığıyla suyu ayrıştırması sonucu üretilmektedir. Bu süreç; su, enerji ve atık yoğunluğunu en aza indirdiğinden temiz bir enerji taşıyıcısı olarak öne çıkmaktadır. Bakır sektörü özelinde yeşil hidrojene duyulan ihtiyaç çok boyutludur. İzabe fırınlarında fosil yakıtların yerini alabilecek bir alternatif olarak öne çıkan yeşil hidrojen, sülfürlü cevherlerin işlenmesinde indirgeme ajanı işlevi de görmektedir.

Bunların ötesinde amonyak, patlayıcı ve asit üretim zincirinde hammadde sağlamakta, yeşil bakır üretiminin temel bileşeni olmakta ve bakır sektöründe karbonsuzlaşmayı, enerji güvenliğini ve rekabet üstünlüğünü desteklemektedir. Hidrojen; hammadde, yakıt, soğutucu akışkan, enerji taşıyıcısı ve jeopolitik katalizör olmak üzere beş farklı işlevle tanımlanmıştır. Küresel hidrojen pazarının 2024'teki 188 milyar dolar büyüklüğünün 2032'de 360 milyar dolara ulaşması beklenmekte olup bu rakam sektörün yaklaşık yüzde doksanlık bir büyüme potansiyeli taşıdığına işaret etmektedir.

Bakır üretiminin enerji ayak izi incelendiğinde, 1 ton bakır üretmek için ortalama 8 MWh enerji gerektiği görülmektedir. Bu enerjinin yaklaşık yüzde kırkı madencilik, yüzde yirmisi zenginleştirme ve yüzde kırkı ergitme, dönüştürme ve rafinasyon süreçlerinde kullanılmaktadır. Her üç aşamada da hem elektrik hem fosil yakıt tüketilmekte olup karbonsuzlaşma için yeşil enerji ile birlikte karbon yakalama ve depolama teknolojilerinin (CCUS) devreye alınması önerilmektedir.

Emisyon verileri açısından bakıldığında, bakır üretiminden kaynaklanan CO<sub>2</sub> emisyonlarının 2018'de yaklaşık 97,1 milyon ton CO<sub>2</sub> eşdeğeri olduğu görülmektedir. Bu değer 2030'da 121,8 milyon tona yükselmesi, 2040'ta 109,6 ve 2050'de 102,3 milyon tona gerilemesi öngörülmektedir. Söz konusu emisyonların karbon vergisi olarak ifade edilen ekonomik karşılığının yaklaşık 30,45 milyar dolar olduğu hesaplanmış ve bu miktarın 9 GW'lık yeşil hidrojen santrali kapasitesine eşdeğer olduğu vurgulanmıştır. Rüzgar enerjisi 1,1–1,2 kgCO<sub>2</sub>/MWh ile en temiz kaynak konumundayken kömür 82 kgCO<sub>2</sub>/MWh ile en kirli sıralamada yer almaktadır. Bu dramatik fark, yenilenebilir enerjinin bakır sektörüne entegrasyonunu kaçınılmaz kılmaktadır.

Bakır üretimini karbonsuzlaştırmadan küresel yeşil dönüşüm mümkün değildir. Bu dönüşümün motoru ise yeşil hidrojenidir. Önerilen yol haritasına göre yenilenebilir enerji, SMR dahil nükleer enerji ve CCUS destekli fosil yakıtlar birlikte kullanılarak önce yeşil elektrik, ardından yeşil hidrojen ve temiz alternatif yakıtlar üretilecek; bu sayede yeşil bakır değer zinciri ve bütünlük bir enerji tedarik zinciri kurulabilecektir.

## **ERDİNÇ YÜKSEL**

Veri merkezlerinin küresel elektrik tüketimi 2024'te 415 TWh'ye ulaşarak dünya elektrik tüketiminin %1,5'ini oluşturuyor. Bu rakamın 2030'da 945 TWh'ye çıkması, yani dört yıl içinde ikiye katlanması bekleniyor. Coğrafi dağılımda ABD %45 ile açık ara lider, ardından Çin %25 ve Avrupa %15 ile geliyor. Karşılaştırma olarak: veri merkezlerinin bugünkü enerji ihtiyacı Türkiye'nin toplam tüketimini zaten geçmiş durumda; 2030'da ise Japonya'nın toplam tüketimini bile aşacak. Bu büyüme, sektörün enerji talebini alüminyum, çelik, çimento ve kimya gibi ağır sanayi kollarının üzerine taşıyacak.

Küçük merkezler 1–5 MW, orta ölçekliler 5–20 MW, hyperscale merkezler 20–100+ MW, AI odaklı merkezler ise 100 MW ve üzeri tüketimle çalışıyor. Çin'deki Inner Mongolia Information Park 150 MW ile dünyanın en büyüklerinden biri. Türkiye'de planlanan yatırımların 3 yılda 500–750 MW tüketim öngördüğü belirtiliyor. Bu talebi karşılamak üç kaynağa dayanıyor: yenilenebilir enerji (artışın yarısı buradan, 2035 hedefi 450 TWh), mevcut altyapının iyileştirilmesi ve doğalgaz çözümleri, son olarak nükleer yatırımlar (2035'te küçük modüler reaktörler devreye alınabilir).

Kablo altyapısında iki kritik hat var. Enerji santrallerinden veri merkezi trafolarına uzanan orta gerilim hatlarda (20 kV, 5 km), her MW için 6,7 ton bakır gerekiyor. Veri merkezi içi alçak gerilim dağıtım hatlarında (1 kV, 300 m) ise bu rakam 2,4 ton/MW. Artan inşaat hacmi, bakır ve bağlantı ekipmanı talebini doğrudan yukarı çekiyor.

Bakır, alüminyuma kıyasla kesit başına daha yüksek akım taşıma kapasitesi sunuyor. Alüminyum oksitlenme ve termal genleşme nedeniyle özel terminasyon gerektiren bakır bu açıdan daha güvenli.

Veri merkezleri yıllık %15–20 büyüyor; enerji ihtiyacı ağır sanayi ölçeğine ulaştığından planlama kritik önem taşıyor; altyapı yatırımları bakır talebini açıkça artırıyor; Türkiye için özellikle Avrupa pazarında ihracat fırsatı mevcut ve kalite-sertifikasyon rekabet avantajı sağlıyor; güvenlik ve yangın korumasındaki üstünlük pazar farklılaşması yaratıyor; sürdürülebilirlik ve izlenebilirlik ise her adımın temel referansı olmalı.

## **PROF. DR. TANAY SIDKI UYAR**

Bakırın elektriksel ve termal iletkenliği ile hem atmosferik hem de sulu korozyona karşı yüksek direnci, onu güneş enerjisi sistemlerinin vazgeçilmez malzemesi yapıyor. Bu özellikler bakırı özellikle uzun ömürlü ve zorlu hava koşullarına dayanması gereken güneş kurulumları için ideal kılıyor.

Bakır, güneş enerjisi sistemlerinde iki farklı alanda kritik rol üstleniyor. Birincisi, güneş termal ünitelerinin ısı eşanjörlerinde; güneş enerjisini ısıya dönüştürüp su veya havayı ısıtmak için kullanılan bu bileşenler, bakırın üstün ısıl iletkenliği sayesinde çalışıyor. İkincisi, fotovoltaik güneş hücrelerinde elektriği ileten kablolarda; üretilen elektriğin kayıpsız biçimde taşınması için bakır kablolar kullanılıyor. Bunlara ek olarak invertörler ve hücre bağlantı elemanları da bakır gerektiriyor.

Rakamsal olarak bakıldığında, güneş enerjisi sistemleri megawatt başına yaklaşık 5,5 ton bakır içeriyor. Bu oldukça yüksek bir yoğunluk. Kuzey Amerika özelinde ele alındığında, 2018 ile 2027 yılları arasında kurulması planlanan 262 gigawattlık yeni güneş enerjisi santrallerinin yalnızca bu bölgede 1,9 milyar pound bakır gerektireceği tahmin ediliyor. Küresel ölçekte güneş fotovoltaik kapasitesi 2015'teki 231 gigawatten 2024'te 2.247 gigawatta ulaştı; bu büyüme tek yılda yüzde 37'lik bir artışa karşılık geliyor. Bu muazzam kapasite artışının her gigawattı beraberinde ciddi miktarda bakır talebi getiriyor.

Rüzgar enerjisi teknolojileri, türbinden şebekeye uzanan tüm zincirde bakıra yoğun biçimde bağımlı. Bakır, rüzgar türbin çiftliklerinin elektrik topraklama sistemi dahil olmak üzere bu teknolojilerin neredeyse her bileşeninde hayati önem taşıyor.

Üç megawattlık bir rüzgar türbini tek başına 4,7 tona kadar bakır içeriyor. Bu bakırın nasıl dağıldığına bakıldığında tablo şöyle: toplam ihtiyacın yüzde 53'ü kablo ve tellerden, yüzde 24'ü türbin ve enerji üretim bileşenlerinden, yüzde 19'u türbin transformatörlerinden, yüzde 4'ü ise diğer transformatörlerden karşılanıyor. Yani bir türbindeki bakırın yarısından fazlası yalnızca kablo ve tellerden oluşuyor.

Karada kurulan rüzgar santralleri megawatt başına yaklaşık 7.766 pound bakır kullanırken, açık deniz rüzgar santralleri megawatt başına 21.068 pound bakır gerektiriyor. Açık deniz kurulumlarındaki bu yüksek rakamın temel nedeni, türbinden karaya uzanan uzun denizaltı kablo hatları. Offshore rüzgar projelerinde kablolama, toplam bakır kullanımının büyük bölümünü oluşturuyor.

Küresel rüzgar enerjisi kapasitesi de hızla büyüyor. 2015'te 433 gigawatt olan toplam kapasite, 2024'te 1.135 gigawatta ulaştı ve bu yıl tek başına 117 gigawattlık ekleme yapıldı. Her yeni kurulum, bakır talebini doğrudan artırıyor. Yenilenebilir projelerde bakır yoğunluğunun fosil yakıt santrallerine kıyasla 3 ila 5 kat daha fazla olduğu da sunumun öne çıkan tespitlerinden biri.

Hem güneş hem de rüzgar enerjisinde bakır yalnızca üretim noktasıyla sınırlı kalmıyor; üretilen elektriğin taşınması için gereken iletim ve dağıtım hatları, akıllı şebeke bileşenleri ve transformatörler de bakır kullanımını zorunlu kılıyor, yenilenebilir enerji çağında bakır yoğunluğu fosil yakıtlara kıyasla katbekat yüksek ve bu nedenle enerji dönüşümü hızlandıkça bakır talebi de kaçınılmaz biçimde artıyor.

**BÖLÜM 04**

**3. PANEL**

**DEĞERLENDİRME VE  
YOL HARİTASI**



**TURKISH  
METAL  
EXPORTERS**

Ticaret Bakanlığı, Sanayi ve Teknoloji Bakanlığı ve Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı'ndan yetkili kişilerin, bakır sektör temsilcilerinin ve paydaşlarının katılımıyla Milli (Türkiye) Bakır Çalışma Grubu kurulmasının faydalı olacağı değerlendirilmektedir.

Türkiye'den ihraç edilen hurda bakır ve konsantre bakırın yurt içinde tutulması adına önlemlerin alınması ve 2. bir izabe tesisi kurularak rafine bakır kapasitesinin artırılması ve hammadde temininin sağlanması adına kritik önemdedir.

Bakırın kullanıldığı sektörler; beyaz eşya, otomotiv, yenilenebilir enerji, kablo vb. sektör ihracatındaki bakır muhteviyatının da dikkate alınarak bakırın net ihracatçı oluşunun yeniden değerlendirilmesi gerekmektedir.

Türkiye'nin bakır cevher atıklarında mevcut olan diğer element gruplarının tespiti adına geri dönüşüm tesislerine yatırım yapılması önem arz etmektedir.

Maden kanununda yapılan değişiklik ile birlikte kritik maden olarak kabul edilen bakır adına; konsantre cevher veya katot bakırın bir önceki yılın üretim değerinin %10'unu geçmeyecek şekilde kimler tarafından ve hangi oranlarda stoklanabileceği kanunla düzenlenecek ve arz kesintisine karşı kısa vadeli çözüm sağlanacaktır.

Üniversite – Sanayi iş birliğinin derinleştirilerek üniversitelerde bakır ihtisas araştırma laboratuvarlarının kurulması ve bakır bilincinin artırılması adına "bakır bursu" programının yürütülerek sektörün ihtiyacı olan kalifiye insan kaynağının sağlanmasını teminen önemlidir.







**TURKISH  
METAL  
EXPORTERS**