



# DÖNGÜSEL EKONOMİ VE E-ATIKLAR (CIRCULAR ECONOMY AND E-WASTE)



**Prof.Dr. Ata Akcil**

**SDÜ**

**MİNERAL-METAL KAZANIM VE GERİDÖNÜŞÜM  
ARAŞTIRMA GURUBU**

**19 Ekim 2016**

# Bir İnsan ortalama 75 yıllık hayatı süresince ne tüketir?

Enerji 3 Milyon KWh

Su 12 Milyon litre

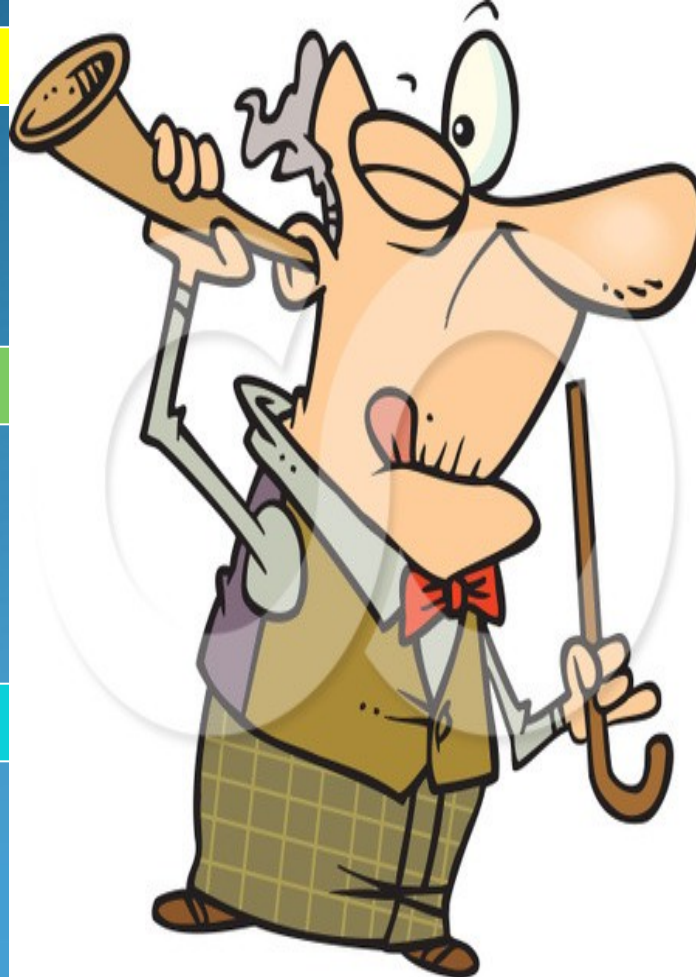
Atık Su 12 Milyon litre

Atık 225 ton

Hava 0,4 milyon m<sup>3</sup>

Yiyecek 70 ton

Toprak 4200 m<sup>2</sup>



## Maliyetler (ORT. YAŐAM ÖMRÜ 75 E GÖRE)

• Enerji	120.000 €
• Su	24.000 €
• Atık Su	24.000 €
• Yiyecek	700.000 €
• Atık	68.000 €
• Hava	2.000.000 €
• Toprak	630.000 €
<b>Toplam</b>	<b>3.566.000 €</b>

Yakmak... Gömmek... Geçici-Kalıcı Depolama...

Uzaklaştırmak...

«Atık Yönetiminde»

Öncelikli Çözüm mü?

Birincil Kaynak (Madenler) – İkincil Kaynak

**Kaynak Kazanımı (ATIK = HAMMADDE)**

**(WASTE = RAW MATERIAL – Waste to Resource)**



# Döngüsel Ekonomi hakkında...

Döngüsel Ekonomi (CE) konsepti ilk kez İngiliz çevre ekonomistleri Pearce ve Turner (1989) tarafından geliştirildi. **Endüstriyel terim-YENİ model**

- ❖ Doğrusal Ekonomik model alternatifi olarak ortaya atıldı (üretim-kullanım-bertaraf-imha YERİNE dönüşüm-yeniden dönüşüm-yeni hammadde kullanımını minimizasyonu) **No waste No pollution!**
- ❖ Birincil kaynakların maliyetli eldesi nedeniyle bu tip kaynakların geri dönüşümden kazanılması
- ❖ Atıkların (İkincil Kaynaklar) yeni ürün ve kaynaklara dönüştürülmesi **Diversity is strength!**
- ❖ Döngüsel Ekonomide ATIK terimi-kavramı kullanılmamaktadır (Atık bir sonraki prosesin Beslemesi yani hammaddesidir). **Waste is Food!**

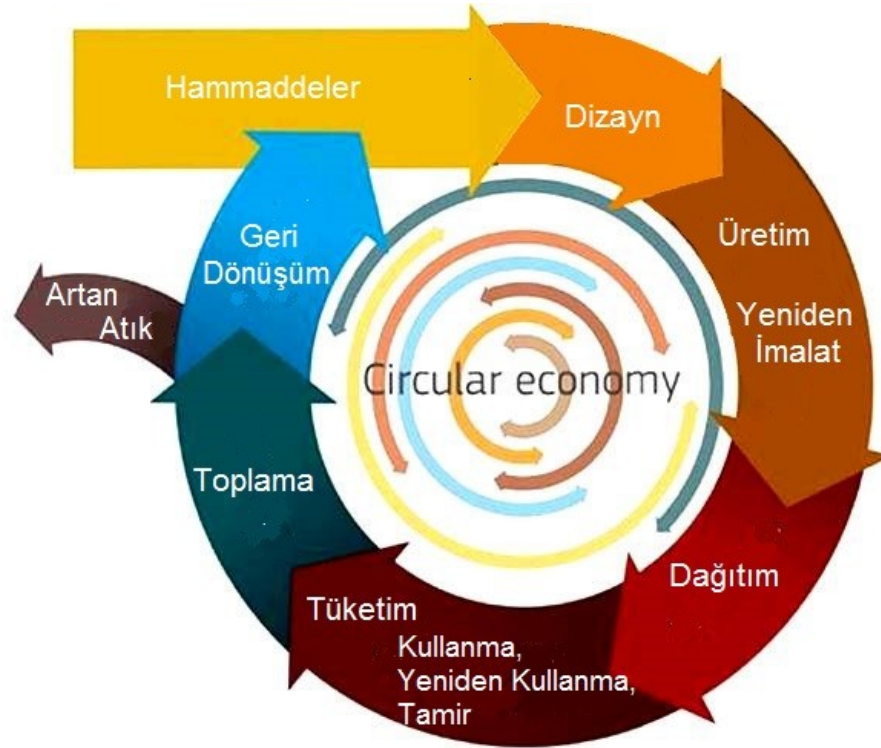


# Linear vs Circular Economy

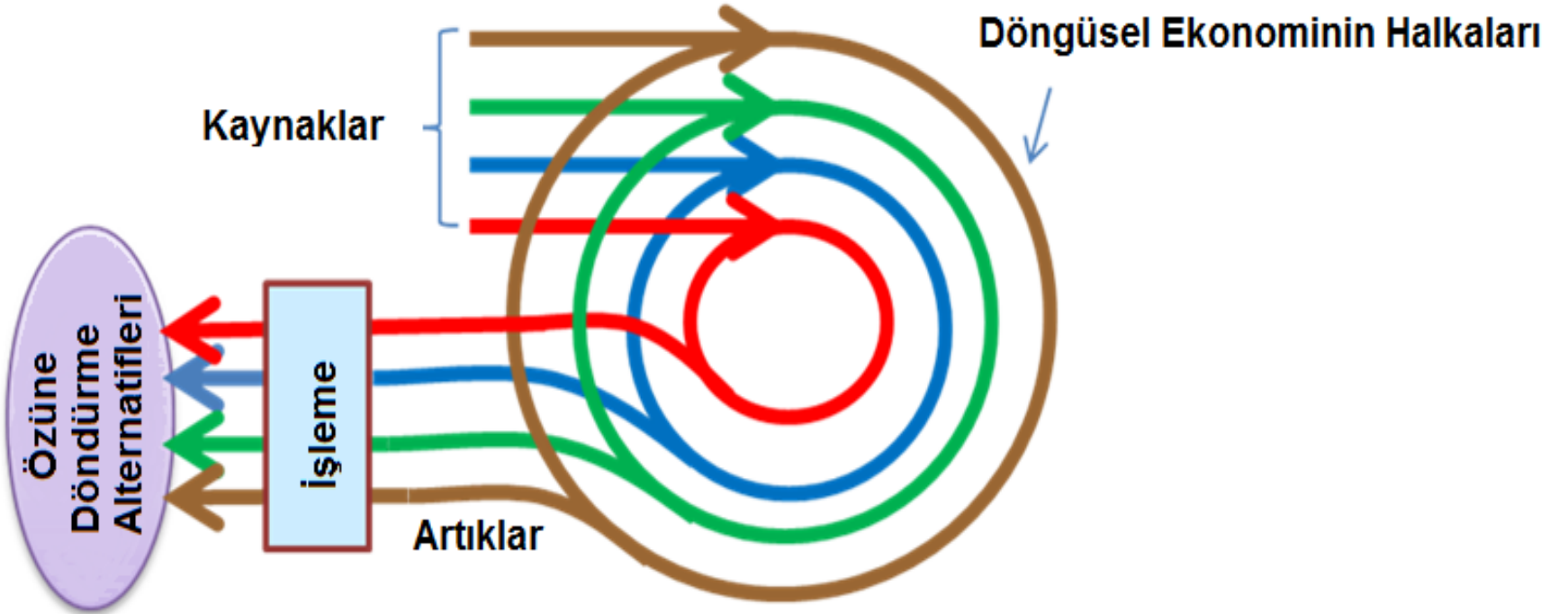
## Linear Economy



## Circular Economy

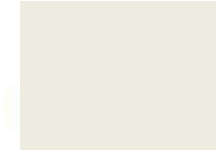


# Konsept-CE



# Atık Hiyerarşisi Döngüsel Ekonomiye Yardım Eder!!!

## Atık Hiyerarşisi





Döngüsel Ekonomi

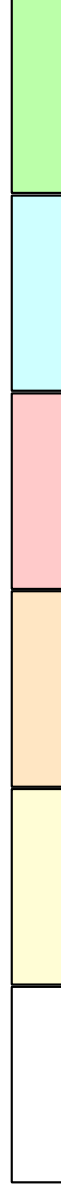
Atık Minimizasyonu

Kaynak Geri Kazanımı

Malzeme Geri Dönüşümü

Kentsel Madencilik

Katı Atık Depolama



*Kaynakların Geri Dönüşümünün Ekonomiyle bütünleşmesi*

*Atık Önleme (Atıktan Kaçınma, ekonomik üretim maliyeti, Yeniden Kullanma, vs.)*

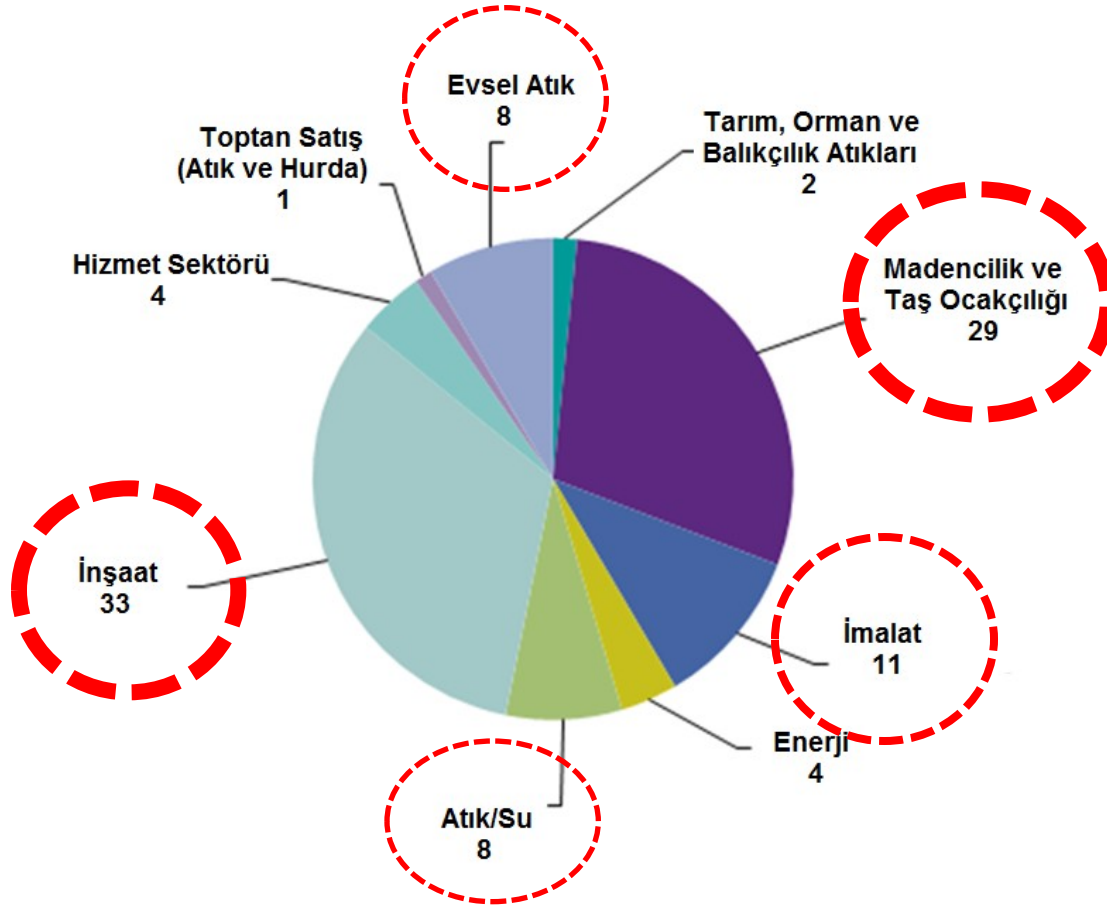
*Enerji Geri Kazanımı (Biyoyakıt, Atıktan Türetilmiş Yakıt)*

*İnsan Kökenli Malzeme Akışı (Ambalaj Atıkları, Kanalizasyon Atıkları, Yanmış Küller, Kullanılmış Yağlar)*

*İnsan Kökenli Diğer Atıklar (Binalar, Altyapı, vs.)*

*Eski Katı Atık Depolama Alanı*

# Öncelikli Sektörler



AB- 28 Ülkelerinde Ekonomik Aktivitelerine Göre Atık Üretimi (Eurostat, 2015)

# Öncelikli Sektörler

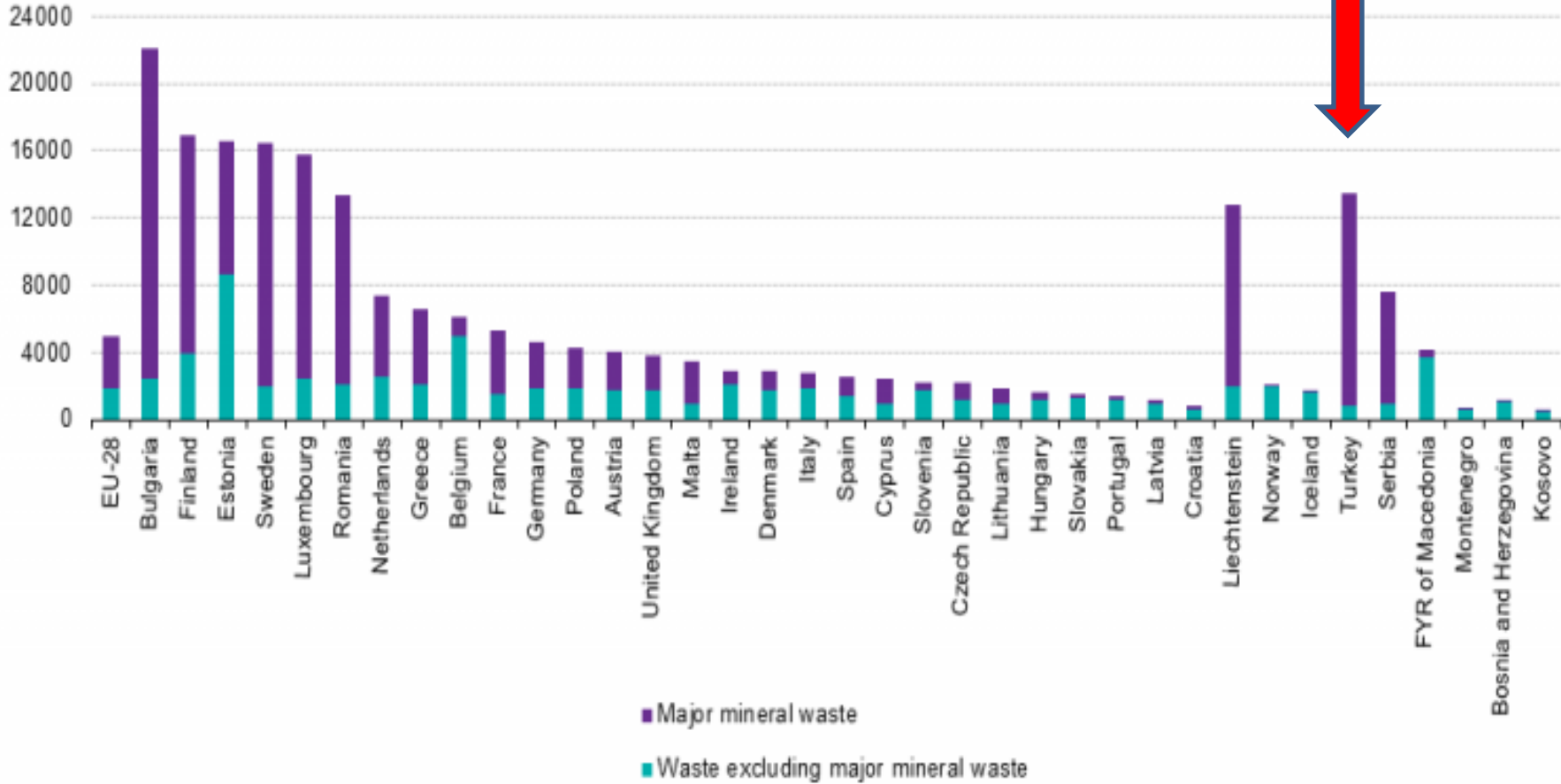
AB Döngüsel Ekonomi Aksiyon Planına göre öncelikli sektörler:

1. Plastikler
2. Gıda atıkları
3. Kritik Hammaddeler
4. İnşaat ve yıkıntı atıkları
5. Biyokütle ve biyo bazlı ürünler

The EU Action Plan for the Circular Economy: [http://ec.europa.eu/priorities/jobs-growth-investment/circular-economy/docs/communication-action-plan-for-circular-economy\\_en.pdf](http://ec.europa.eu/priorities/jobs-growth-investment/circular-economy/docs/communication-action-plan-for-circular-economy_en.pdf)

# Öncelikli Sektörler

12 t üzeri  
mineral atığı  
Ve 1 t üzeri  
diğer atıklar



AB- 28 Ülkelerinde Kişi Başına Düşen kg Atık Üretimi (Eurostat, 2015)

## **AB'nin YENİ ve GENEL HEDEFLERİ!!!**

AB tarafından revize edilen öneriler kapsamında, **döngüsel ekonominin en önemli hedefleri** olarak öncelikle atık miktarlarının azaltılması ve güvenilir-uzun vadeli atık yönetimi ve geridönüşümün kurulması önerilmektedir.

### **Bu Önerilerin Anahtar Elementleri:**

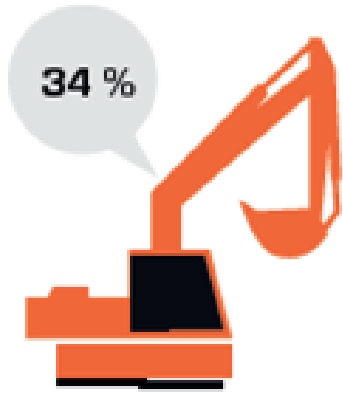
- ❑ 2030 yılına kadar belediye atıklarının **%65** i geridönüştürülmeli;
- ❑ 2030 yılına kadar ambalaj atıklarının **%75** i geridönüştürülmeli;
- ❑ 2030 yılına kadar belediye atıklarının **max. %10** a kadar depolaması düşürülecek;
- ❑ **Ayrı şekilde toplanan atıkların depolanmasına yasak** getiriliyor;
- ❑ **Düzenli depolamadan vazgeçirmek için ekonomik araçların teşvik** edilmesi;
- ❑ Yan ürünlerin **yeniden** kullanımını yada bir başka endüstrinin **hammaddesi** haline dönüştürülmesini teşvik etmek için somut önlemler alınması;
- ❑ Ekonomik teşvikleri, **kazanım ve geridönüşüm** programlarını destekleyen ve **yeşil ürünleri** pazara koyan üreticiler için uygulamak (örn., ambalaj, pil, elektrikli ve elektronik ekipmanların, araçlar için).



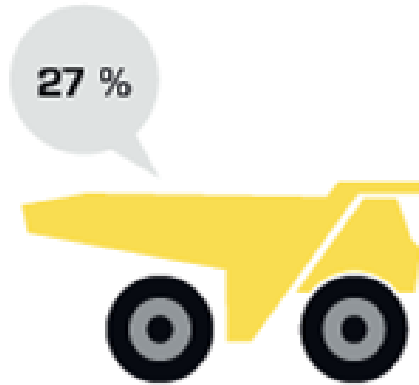
# Avrupa'da Atık Akışı

Kaynağına Göre Atık Kolları

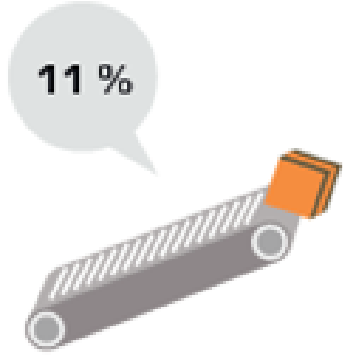
Atık Türüne Göre Atık Kolları



İnşaat



Madencilik ve Taş Ocakçılığı



İmalat



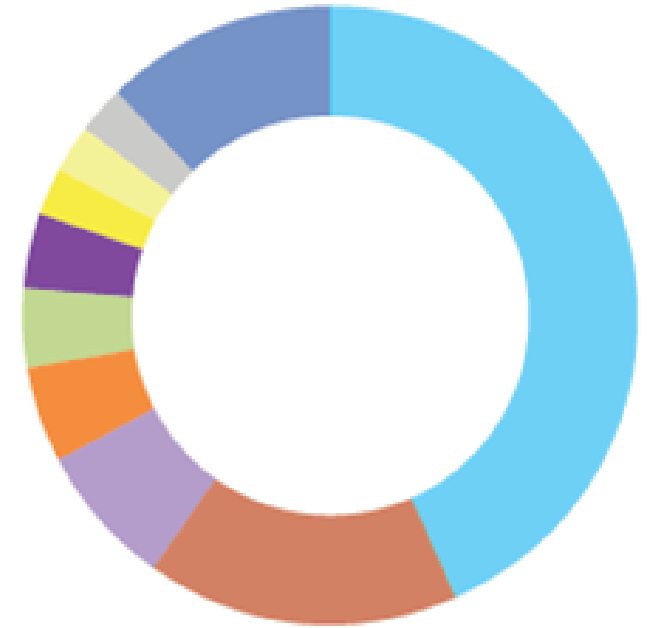
Evsel Atık



Enerji



Diğer Kaynaklar



- 43.5 % Mineral Atık
- 16.4 % Toprak
- 7.4 % Evsel ve Benzeri
- 5.0 % Yakma Atıkları
- 4.4 % Hayvansal/Bitkisel
- 3.9 % Metal Atıklar
- 2.5 % Kimyasal/Tıbbi Atık
- 2.5 % Ağaç
- 2.3 % Kağıt ve Karton
- 12.2 % Diğer

# Avrupa'da Atık Akışı

AB-28 + Norveç'in 2010 yılında toplam **2500 milyon ton** atık üretti

1. Ortalama olarak, AB'de kişi başına **157 kg** ambalaj atığı bulunmakta

2. Her yıl, AB de yaklaşık **74 milyon ton** tehlikeli atık üretiliyor

3. AB'de en hızlı büyüyen atık grubu; Elektrik ve elektronik cihazlardır (E-atık). 2020 yılına kadar **12 milyon tona** ulaşacağı tahmin ediliyor

*Sources: EEA, Eurostat, European Commission*



# Atıkları, nasıl daha iyi kullanabilir ve azaltabiliriz?

- En iyi yol: Atıkların ilk aşamada ilk yerde çevresel etkilerini azaltmak (prevent it in the first place)
- Kullanılıp atılan birçok malzeme , tekrar kullanılabilir diğerleri ise hammadde olarak geridönüştürülmelidir (resuse or recycle for raw materials)



481 kg

AB'de Kişi Başına Üretilen  
Yıllık Kentsel Atık Miktarı

42%

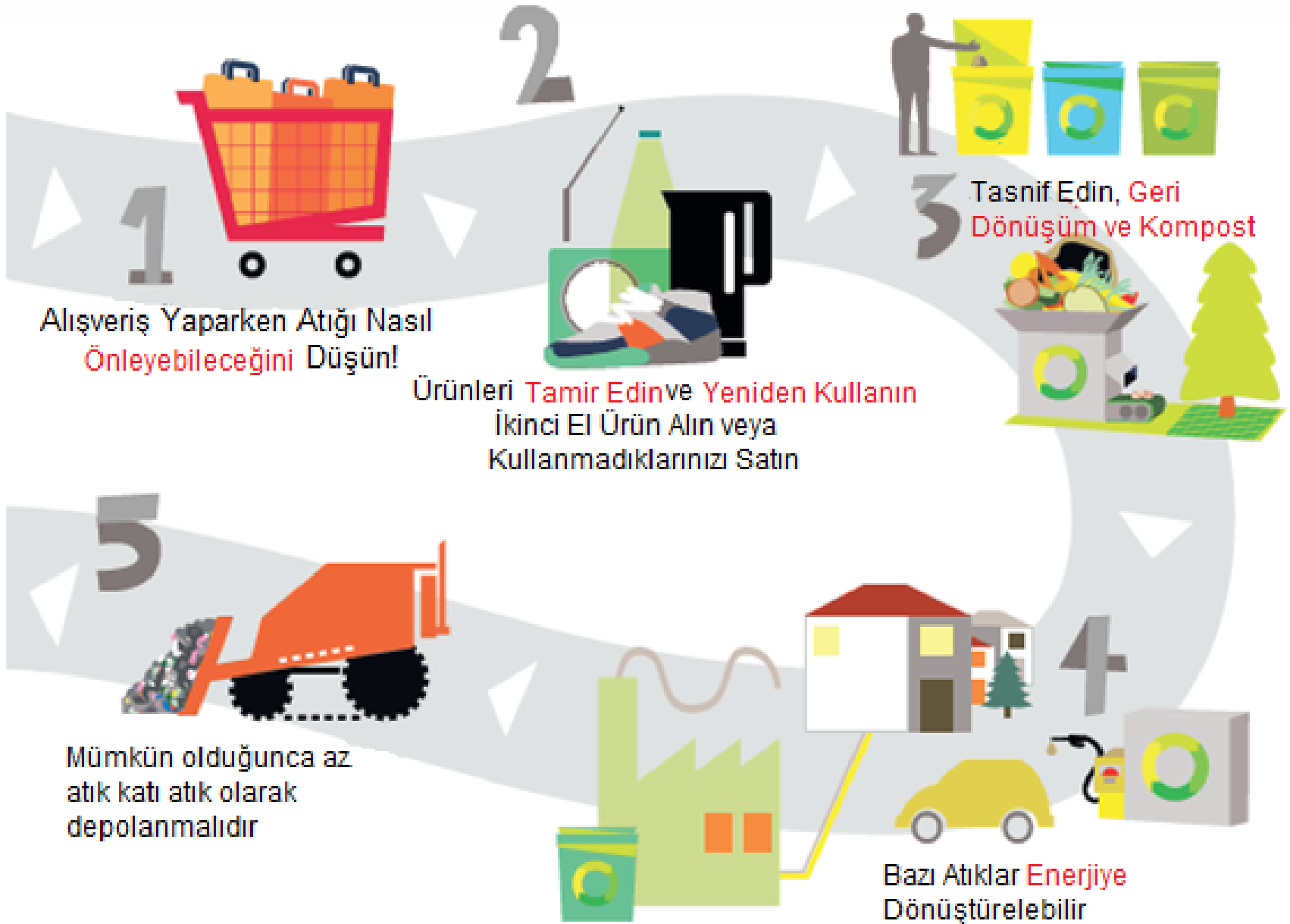
Kompostlamaya  
Tabi Olan Atık  
Miktarı



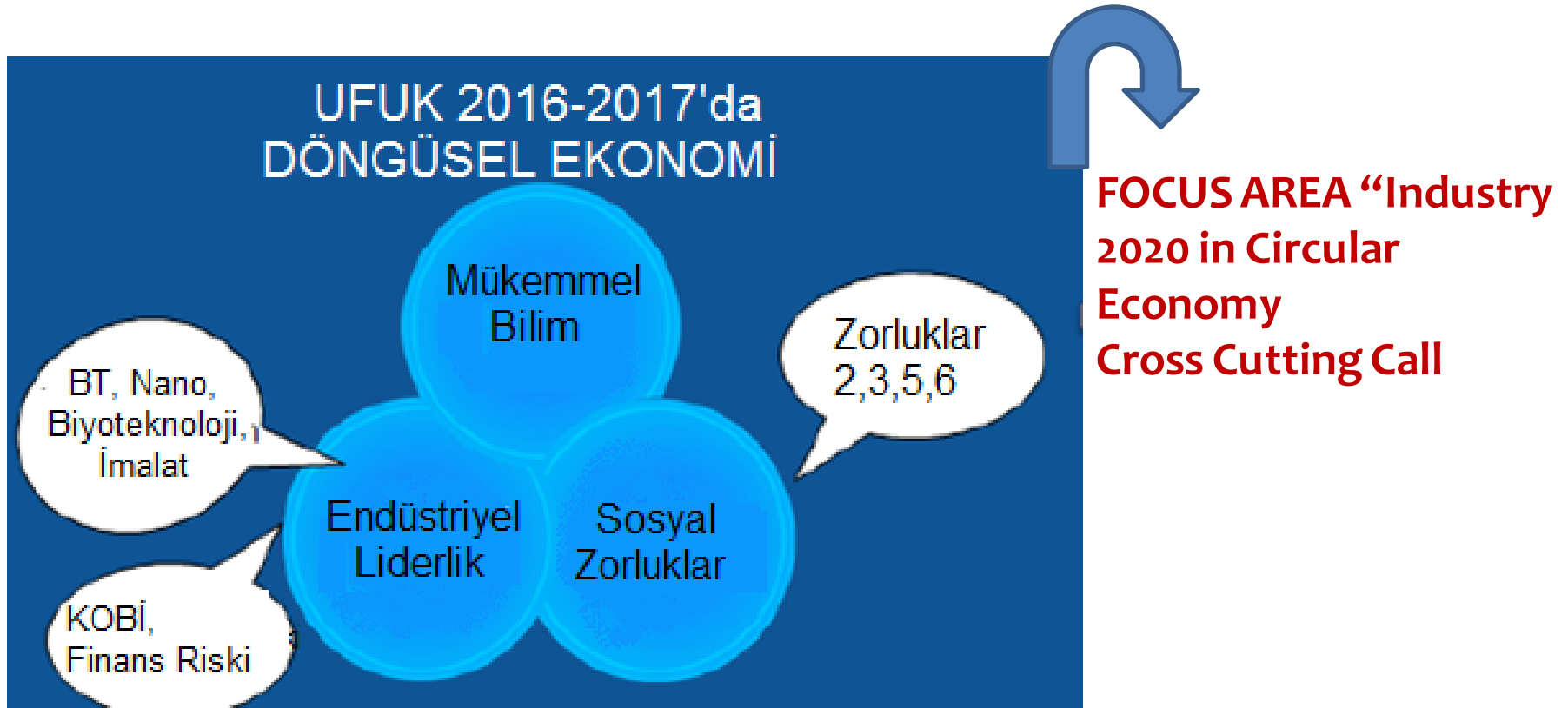
Alüminyum Kutuların  
Geri Dönüşümü,  
Yeni Üretime Oranla %95  
Enerji Tasarrufu Sağlar

Kaynak: Eurostat 2012

# Atıkları, Döngüsel Ekonomi şartlarına göre nasıl daha iyi kullanabilir ve azaltabiliriz?



# Addressing Circular Economy in H2020 WP 2016-2017

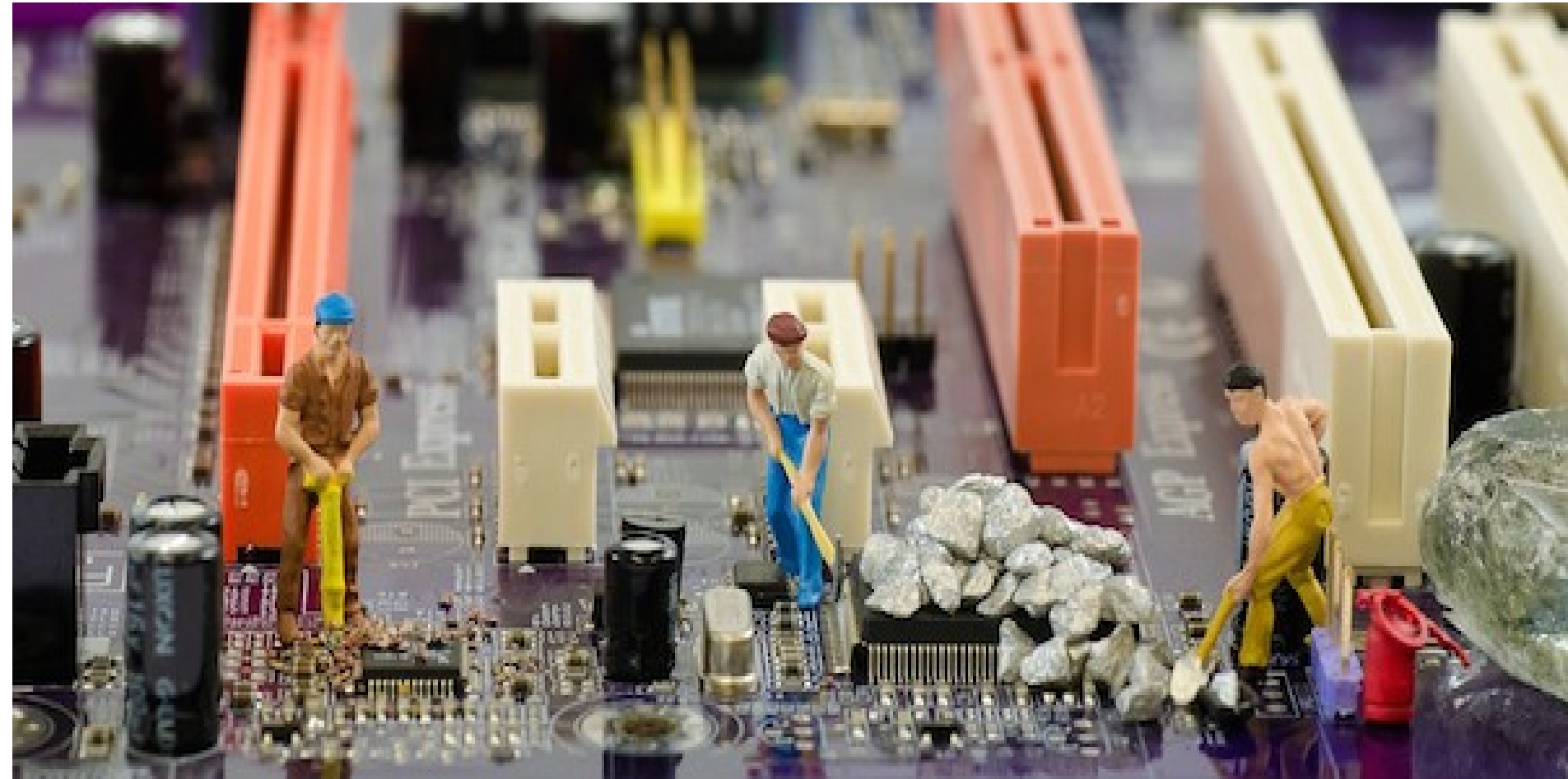


**FOCUS AREA “Industry 2020 in Circular Economy”**

**Over 650 M Euros Budget**

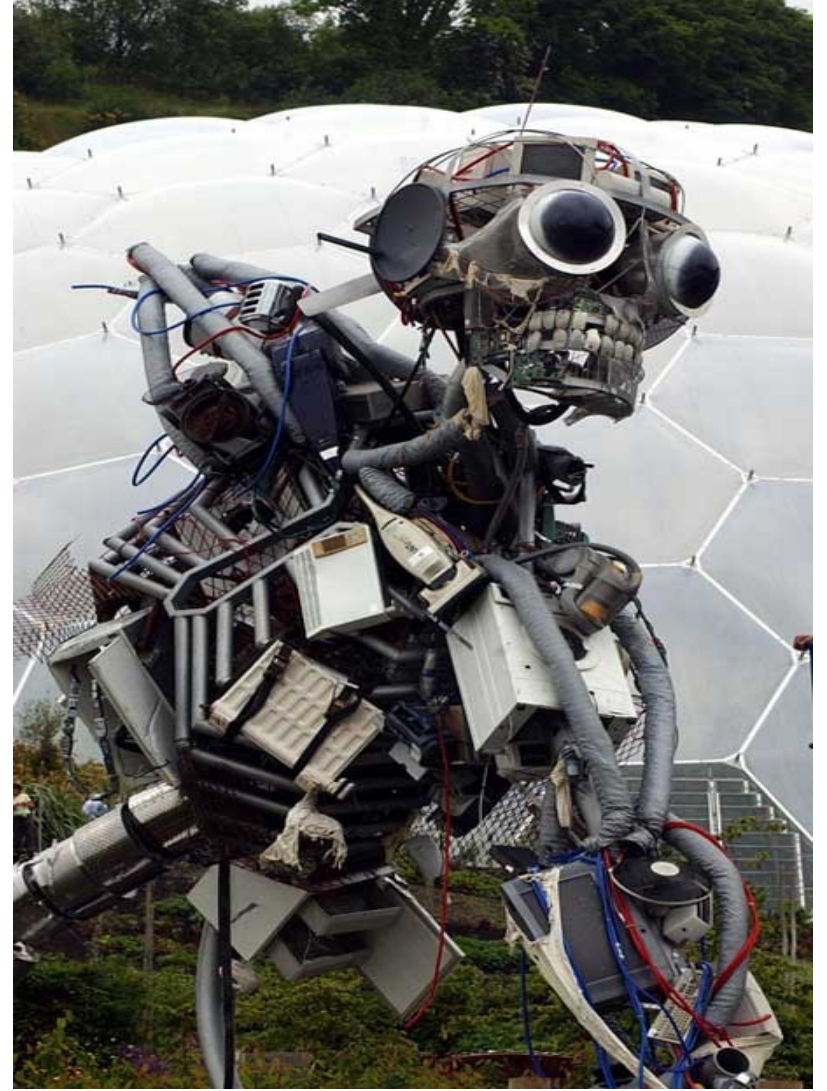


# E-Atıklar: Geleceğin Madenleri



Dünyanın ihtiyaç duyduğu, **bakır, altın, alüminyum, teneke, plastik ve çelik** günlük olarak pazarlanır. **Yüksek metal içerikleri!!!**

Elektronik market pazarındaki genişleme iki yıllık periyotlar halinde incelendiğinde gerekli duyulan hammadde miktarı her geçen sene artmakta, ihtiyacın yalnızca madencilik faaliyetleri ile karşılanması **hem finansal hem de çevresel açıdan** pek mümkün görünmemektedir.



# E-Atıklar

E-Atıklar, Dünya da ve Avrupa da en hızlı gelişen sektör.

Avrupa da ki 15 yıllık atık akışı:

9 milyon ton (2005)

10 milyon ton (2015)

12 milyon tonun üzeri (2020-tahmini)

E-atıklar kompleks bir malzeme ve bileşime sahiptir (metaller-tehlikeli bileşenler), bu nedenle çevresel-sağlık açılarından yönetilmesi zor atık türlerindedir. Ayrıca içerikleri nedeniyle çok maliyetli kaynaklara ihtiyaç duyarlar:

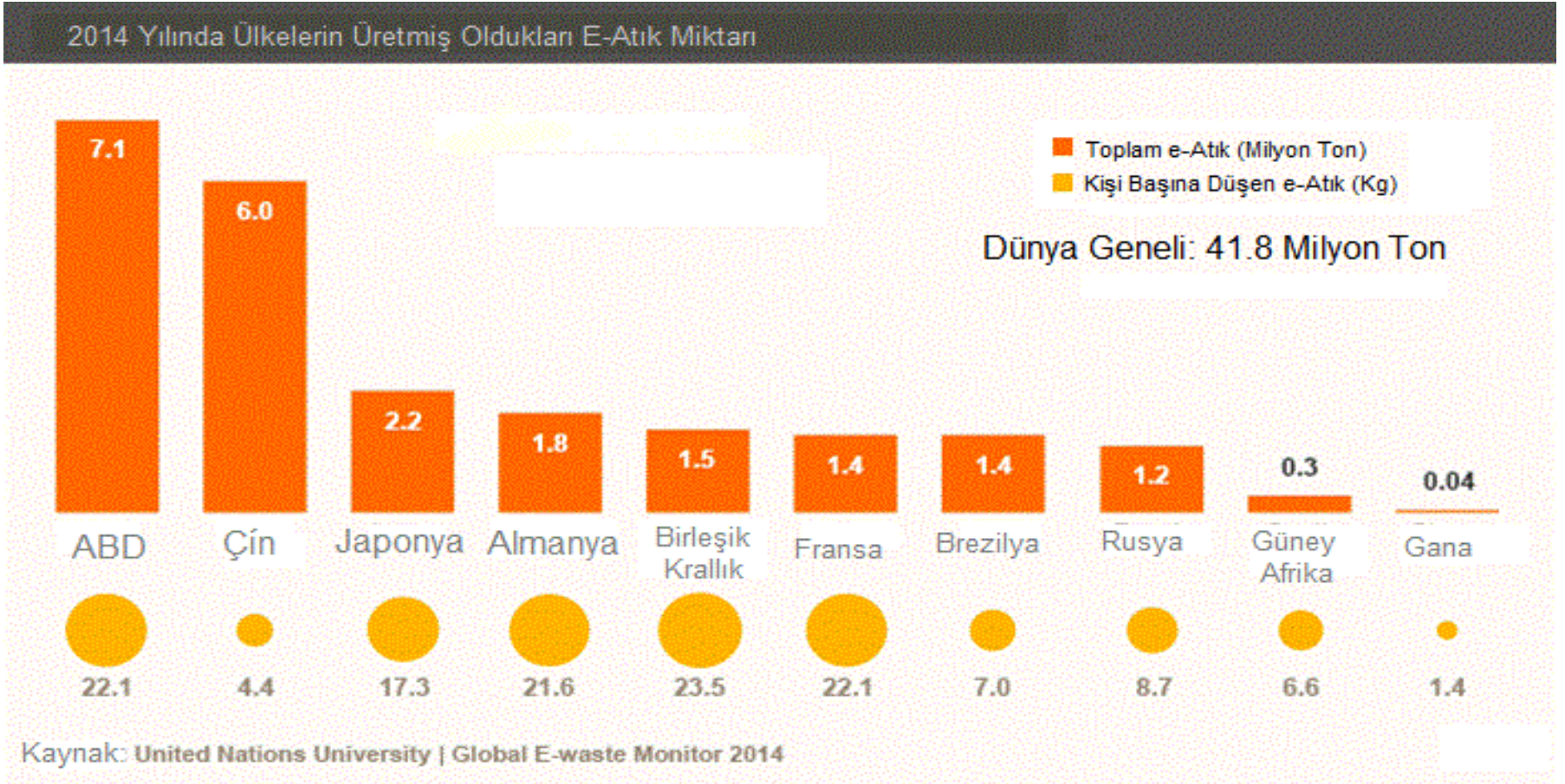
Dünya da ki Altın üretiminin %10'u E-Atık sektöründe kullanılmaktadır. Bakır ve diğer metaller düşünüldüğünde bu oran artmaktadır

**E-atıkların çevresel yönetimini geliştirmek ve Döngüsel Ekonomiye katkıda bulunabilmek için; Kaynak Verimliliğinin arttırılması, toplama oranlarının yükseltilmesi ve geridönüşümün-yeniden kazanımın yüksek oranda olması en temel konulardır. FARKINDALIK-MOTİVASYON-PAYDAŞ KATKILARI!!!**



## E-Atık: Avrupa-Dünya Durumu

- Bazı Avrupa ülkeleri, 1990'larda çöplüklerde E-atıkların bertarafını yasaklayan kanunları uyguladı. "Bu, Avrupa'da bir e-atık işleme sanayi yarattı".
- İlk E-atık geri dönüşüm tesisi İsviçrede 1991 yılında kurulmuştur (eski buzdolapları).



# E-atık Potansiyeli

- Atığa ayrılan bilgisayar miktarı  $>$  üretim hızı !!
- Evsel atıklara oranla **3 kat** daha hızlı artış..
- E-atıklar Avrupa'da **en hızlı büyüyen** atık türü...



## Ülkemizde...

- AEEE miktarı 350 bin-550 bin ton/yıl
- Büyük bölümü evsel atıklarla birlikte depolanmakta !!

%82'si atık  
depolama  
alanlarına





# TEKNOLOJİK GELİŞİM-AEEEEEE)

• Teknoloji !!



• EEE üretimi !!!



➤ Bilgisayar satışları her yıl +%10

➤ Cep telefonu satışında x7 kat

(1997-2005)



Üretim/  
Tüketim

Kullanım  
ömrü

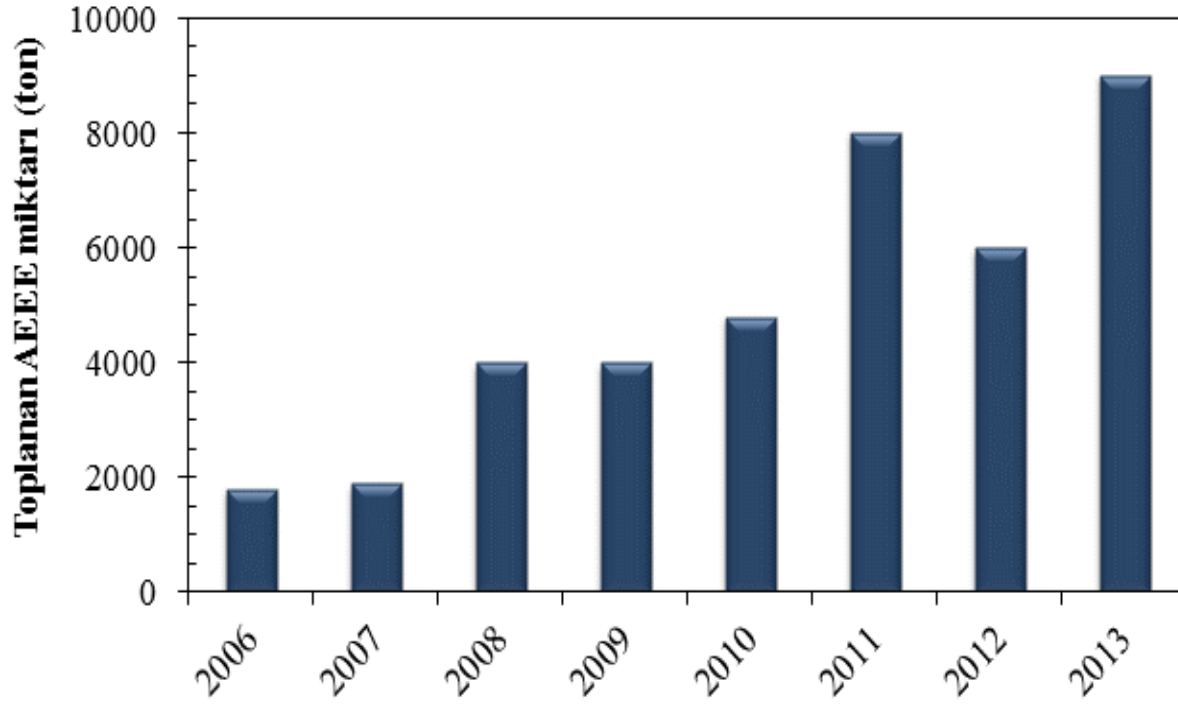
▪ PC : 4,5 yıldan 2-3 yıla

▪ CPU: 4-6 yıldan 2 yıla



EEE	Kullanım ömrü (yıl)
Kişisel bilg. (PC)	2-3
Cep telefonu	<2
Televizyon	5
Video, DVD	5
Radyo	10

# E-ATIKLARIMIZ...



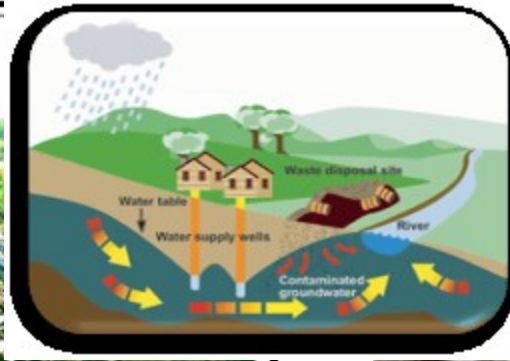
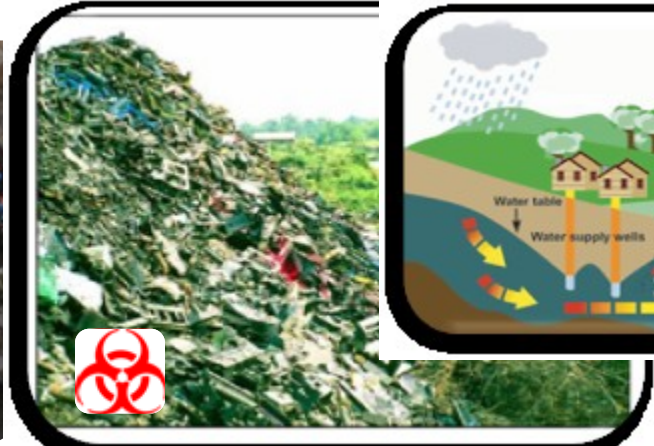
Şekil 2. Ülkemizde 2006-2013 yılları arasında toplanan AEEE miktarı (T.C. Çevre ve Şehircilik Bakanlığı, 2015).



➤ İnorganik (Pb gibi) ve organik (alev geciktiriciler) .....

- Evsel atıklarla depolandığında
- yer altı/yerüstü su kirliliği
  - toprak kirliliği

➤ Yakma durumunda zararlı gaz oluşumuna bağlı hava kirliliği !





# Yasal Düzenlemeler



## Avrupa Birliği Yönergeleri



- **Bazı zararlı maddelerin kullanımının sınırlandırılması - RoHS**  
(Pb, Hg, Cr<sup>6+</sup>, Cd, alev geciktirici maddeler)
- **Atık Elektrikli ve Elektronik Eşyalar - WEEE**
  - **Belediyeler** AEEEnin ayrı depolanmasını sağlamalı !
  - **Üreticiler**, ürünlerini geri dönüşüme tabi tutmalı ve,
  - Geri dönüşüm/kazanım ile **ilgili araştırma** yürütmeli !



## Ülkemizde



## Çevre ve Şehircilik Bakanlığı

- **≈WEEE, Atık Elektrikli ve Elektronik Eşyaların Kontrolü**  
(2012'de yayımlandı, güncellemeler oldu)

- Üreticilerin toplaması gereken evsel AEEE 2013 için 0,3 kg/yıl ve 2018 için 4 kg/yıl

## **(A) The Directive on waste electrical and electronic equipment (WEEE Directive)**

- The first WEEE Directive ([Directive 2002/96/EC](#)) entered into force in February 2003. The Directive provided for the creation of collection schemes where consumers return their WEEE free of charge. These schemes aim to increase the **recycling of WEEE and/or re-use**.
- In December 2008, the European Commission proposed to revise the Directive in order to tackle the fast increasing waste stream. The new WEEE [Directive 2012/19/EU](#) entered into force on 13 August 2012 and became effective on **14 February 2014**.

## **(B) Directive on the restriction of the use of certain hazardous substances in electrical and electronic equipment (RoHS Directive)**

EU legislation restricting the use of hazardous substances in electrical and electronic equipment ([RoHS Directive 2002/95/EC](#)) entered into force in February 2003. The legislation requires heavy metals such as lead, mercury, cadmium, and hexavalent chromium and flame retardants such as polybrominated biphenyls (PBB) or polybrominated diphenyl ethers (PBDE) to be substituted by safer alternatives. In December 2008, the European Commission proposed to revise the Directive. The [RoHS recast Directive 2011/65/EU](#) became effective on **3 January 2013**



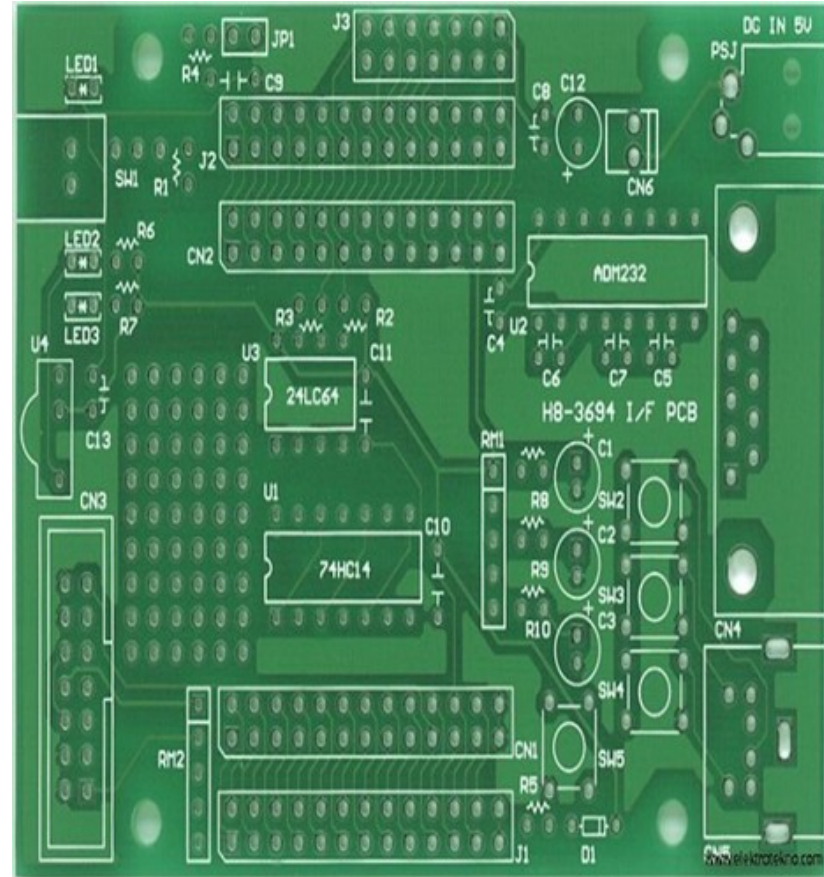
# PCB (Printed Circuit Boards) Devre Kartları

Devre kartları tüm elektronik ve elektrik artıkları içinde çok özel bir yere sahiptir.

PCB ler genellikle **%30 metal ve % 70 metal olmayan** kısımlardan oluşurlar.

%30 luk metal kısmı;

- %20 Bakır
- %8 Demir
- % 4 Alüminyum
- % 2 Nikel
- % 2 Kurşun
- % 1 Çinko
- %0.2 Gümüş
- %0.1 Altın
- %0.005 Paladyum





**Plastik ve metalin ortalama deęerleri, ekonomik ve ekolojik olarak en değerli metaller;**

<b>ağırlık-%</b>	plastik	Fe	Al	Cu	Ag [ppm]	Au [ppm]	Pd [ppm]
TV- kartları	28%	28%	10%	10%	280	20	10
PC-kartları	23%	7%	5%	20%	1000	250	110
cep telefonları	56%	5%	2%	13%	3500	340	130
taşınabilir aygıtlar	47%	23%	1%	21%	150	10	4
DVD-player	24%	62%	2%	5%	115	15	4
hesap makinesi	61%	4%	5%	3%	260	50	5

<b>value-share</b>	Fe	Al	Cu	Ag	Au	Pd	sum PM
TV-kartları	4%	10%	50%	7%	22%	7%	36%
PC-kartları	0%	1%	18%	5%	61%	15%	81%
mobile phone	0%	0%	9%	13%	64%	14%	91%
cep telefonları	2%	0%	82%	3%	10%	2%	15%
DVD-player	13%	3%	42%	5%	32%	5%	42%
hesap makinesi	0%	5%	14%	7%	69%	4%	80%

<1%	1-10%	10-20%	20-50%	50-70%	>70%
-----	-------	--------	--------	--------	------

# Mobil Telefonlarınızda Ne Kadar Metal Var?

Batı Avrupa'da sevk edilen 174 milyon cep telefonu (2013), potansiyel metallerin kazanımı için önemli bir kaynak olmuştur:



# E-Atıkların değeri???

Potansiyel E-atık geridönüşüm değeri:

**2.15 milyar Euro (2015)**

2020 ye kadar bu pazarın ekonomik değeri:

**3.67 milyar Euro** ya ulaşacak.

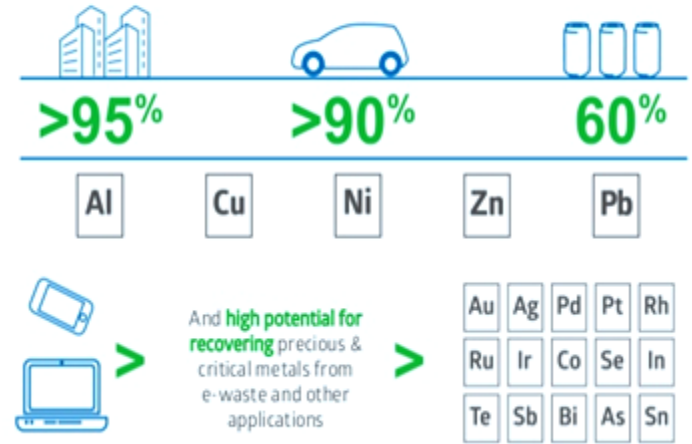
2030 a kadar hedef rakam:

**5 milyar Euro**

## Yeni Beklentiler (2020-2050):

- E-Atık ve Döngüsel Ekonomi modelinin yaygınlaşması ve sonuçlarına göre ürün dizaynları değişecek!!!
- Daha modern, küçük ve nanoboyutta ürün akışı
- Kaynak kazanımının kompleks hale gelmesi (değerli ve nadir elementler için)
- Teknolojik uygulama şekilleri kompleksleşecek ve modernleşecek
- Daha çok ürün işleyen geniş yelpazeli-rekabetçi geridönüşüm tesisleri ortaya çıkacak

Europe already leads the world in base metals recycling...

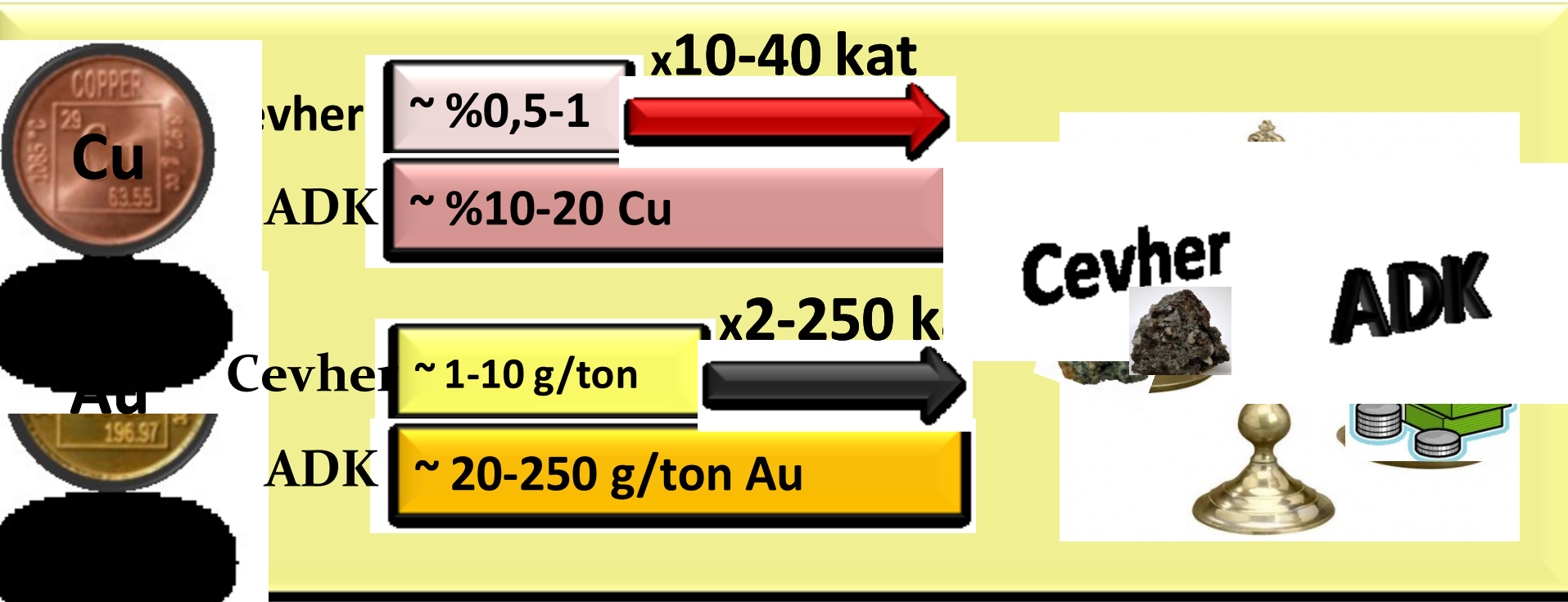


# E-atıkların Ekonomik Potansiyeli - Geleceğin Madenleri



Bazı/değerli metallerin önemli bölümü devre kartlarında !!!

Farklı e-atıkların metal içerikleri ve ekonomik değerine katkıları



Ekonomik olarak kritik hammaddeler (ADK) III

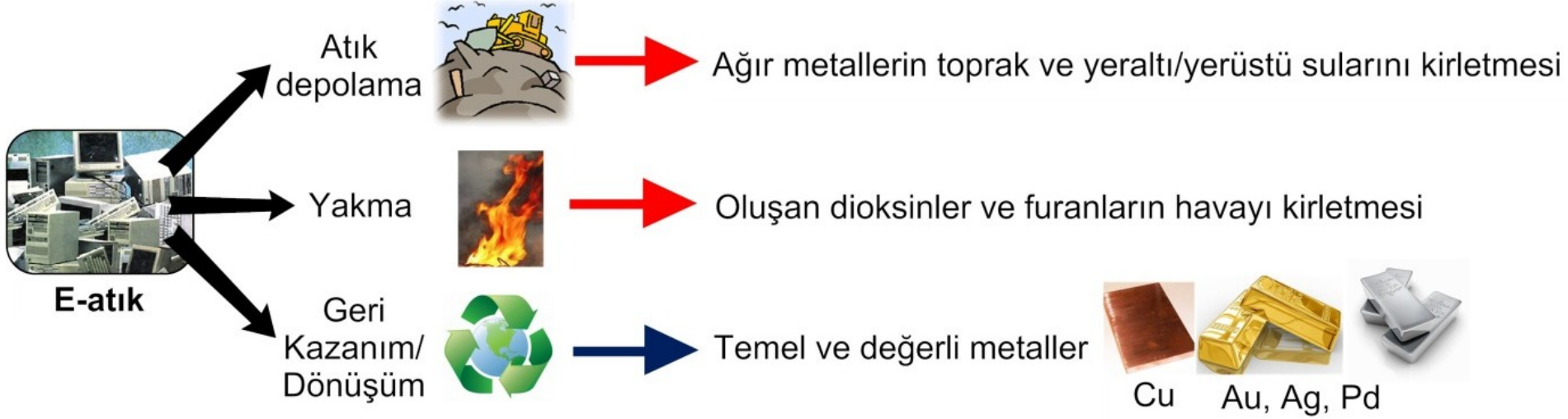
Ag, Au, Pd, Cu, Co, Sn, Sb, B



**ATIK DEVRE KARTLARI**

# E-atıkların Yönetimi

## E-atık yönetiminde alternatifler



## Neden Geri Kazanım ?



- Daha düşük su, toprak ve hava kirliliği
- Metaller için daha yüksek enerji tasarrufu  
(ikincil kaynaklardan %60-95)
- Daha az CO<sub>2</sub> salınımı (%79 azalma, izabe)
- **Doğal kaynakların korunması !!**

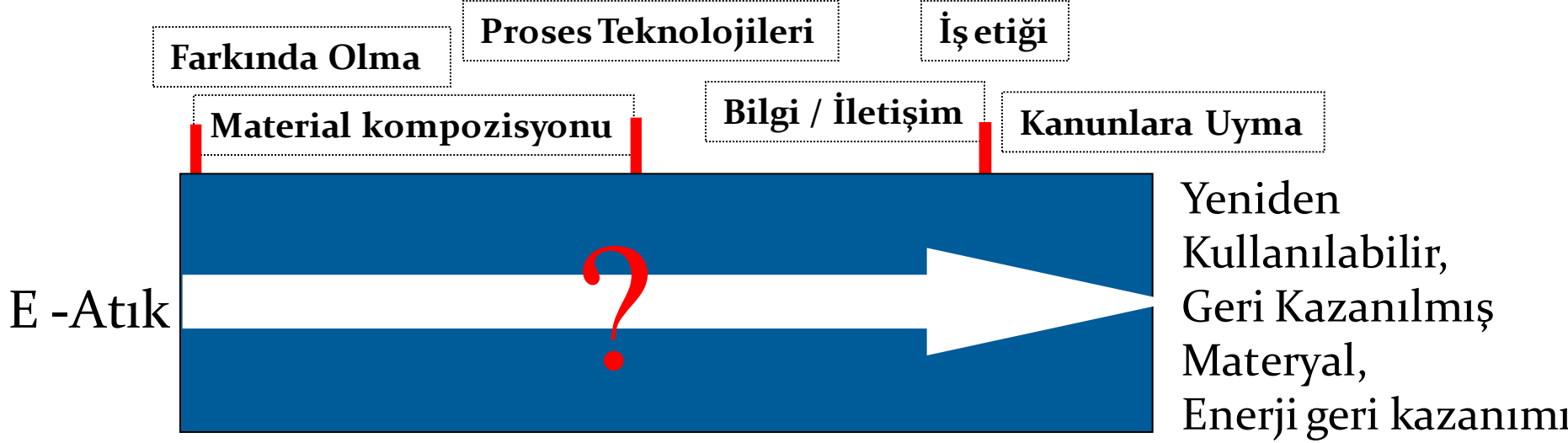








# En Uygun geri dönüşüm metodu nasıl olmalı?



Max ekonomik verimlilik

İyimser Çevresel denge

İyimser ekonomik denge

- ◆ Maximum materyal geri dönüşümü (kazanım)
- ◆ minimize çevre tahribatı
- ◆ cevher üretim yükünün çevresel olarak dikkate alınması (kazanım) ( $Fe < Al < Au$ )

- ◆ Materyal geri kazanımından en yüksek kazanç
- ◆ geri dönüşüm giderlerinin minimize edilmesi

**Sürdürülebilirlik = Çevre + Döngüsel Ekonomi + Sosyal Faktörler**

# **Kritik Hammaddeler**

**Yüksek riskli tedarik (arz-talep/Çin üretimi)**

**İleri teknoloji kullanımı (High-Tech)**

**Rekabetçi sanayi ürünlerinde kullanımı  
(Innovasyon)**

**Sürdürülebilir ve Çevre Uyumlu Teknolojilerde  
kullanımı**

# Kritik Hammaddeler Hangi Sektörlerde Yaygındır?

Savunma

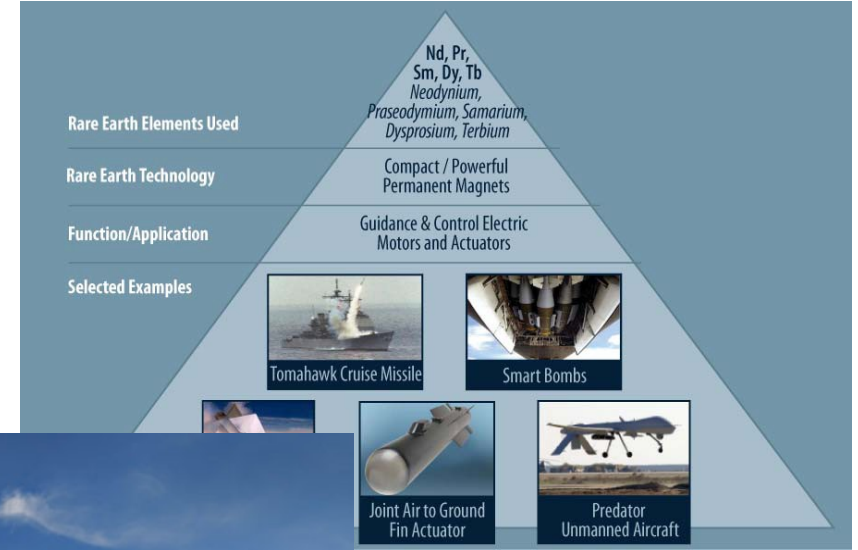
Yenilenebilir Enerji

Havacılık-Uzay

Sağlık

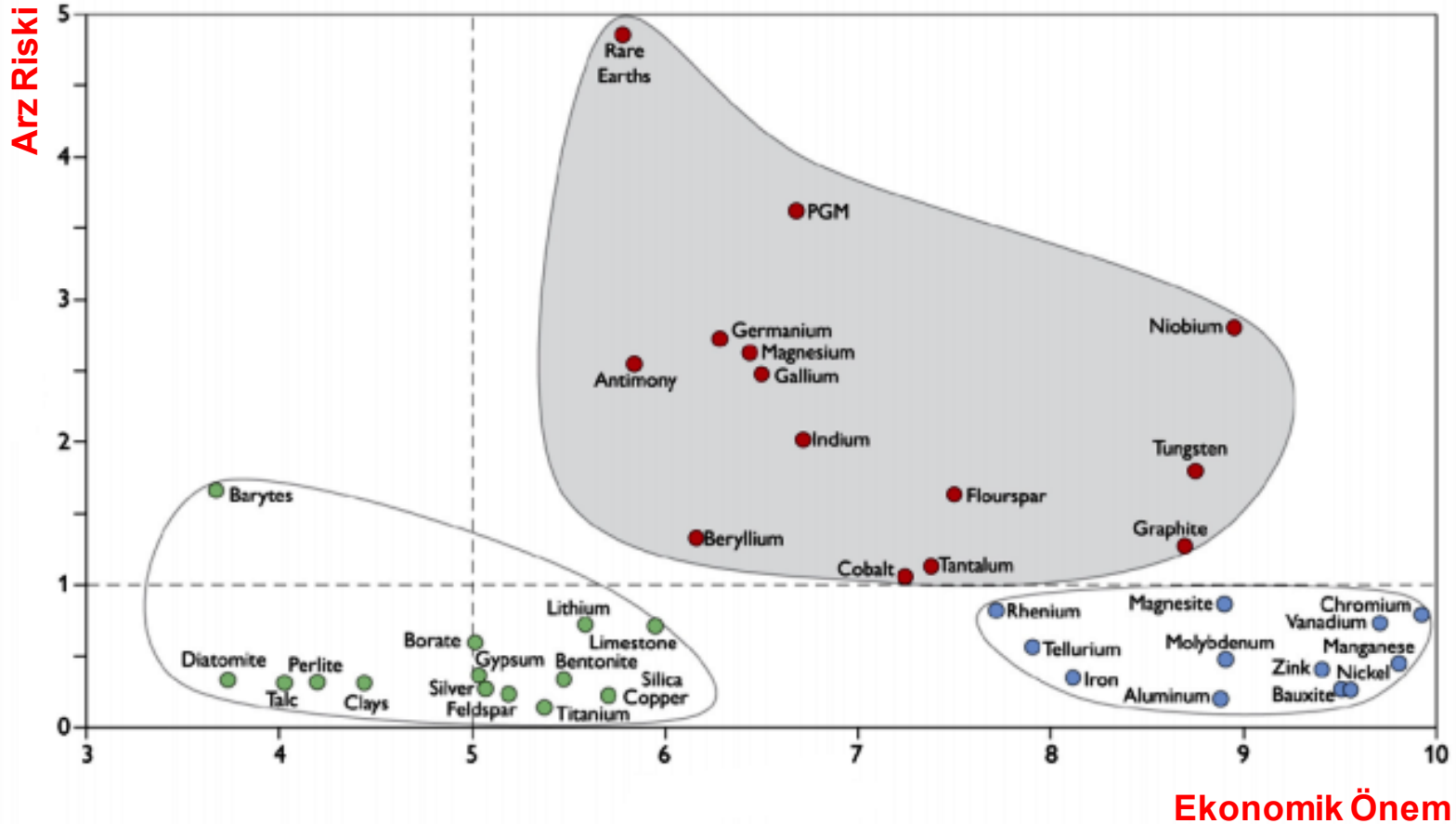
Otomotiv

İmalat



# Kritik Hammaddeler (Arz Riski-Ekonomik Önem)

Kritiklik metodolijisine dayanarak hazırlanan Avrupa Birliği için Kritik Hammaddeler raporunda, arz riskine sahip en kritik hammaddeler (European Commission, 2010, 2014). Diyagramın sağ üst köşesinde bulunan 14 hammaddenin yüksek ekonomik önemi ve yüksek arz riski nedeniyle kritik olduklarına karar verilmiştir.



# Atıklar ve Kritik Hammaddeler

ATIK MATERYAL	KRİTİK ELEMENTLER/METALLER
<b>E-atıklar</b>	
Fiber Optik Kablolar	Ga, In
Floresan Lambalar	Eu, Tb, Y (Ce, Gd, La)
Jeneratörler	Nd, Dy
LEDler	Ce, Y
LCD Paneller ve Plazma Ekranlar	In, Eu, Y
Hard Diskler	Nd, Dy, Tb, Pr
Mobil Devre Kartları (PCBs)	Pt, Ir, Pd, Ru, Rh
<b>Kullanılmış Bataryalar</b>	
Lityum-İyon Bataryalar (Li-ion Batteries)	Li, Co
Nikel-Metal Hibrit Bataryalar (NiMH Batteries)	Ce, La, Nd, Pr, Co
<b>Kullanılmış Katalizörler</b>	
Katalizörler ve Ayrıştırıcılar	Y, Pt, Ir, Os, Pd, Ru, Rh
<b>Savunma Sanayi Atıkları</b>	
Rehber ve Kontrol Elektrikli Motorlar ve Akümülatörler	Nd, Pr, Dy, Tb
Hedefleme ve Silahlar	Eu, Tb, Y
Elektrikli Sürücü Motorları	Nd, Pr, Dy, Tb, Sm
Radar, Radyasyon ve Kimyasal Tespit Sistemleri	Nd, Y, La, Lu
<b>Tıbbi Atıklar</b>	
Kateter	Pt, Ir, Ta
Kılavuz Teller	Pt, W

## Döngüsel Ekonominin Geleceđi

- Döngüsel Ekonomi uygulamasında başarı için; eş zamanlı bir yukarıdan aşağıya ve aşağıdan yukarıya stratejiler, tüm paydaşlarla, yani politika yapıcılarla, devlet organlarıyla imalat sanayinin çıkarlarını korumak için gereklidir. Çevresel ve ekonomik faydaların önceliklendirilmesinden kaçınılmalıdır. Bu ise; ekonomi ve doğal çevrenin ortak başarısı olmalıdır
- Endüstriyel düzeyde, iş perspektiflerini de içeren multidisipliner yaklaşımlar, teknolojik gelişmeler ve politikalar dikkate alınması gerekir (teknolojik gelişmeler, yönetim ve yönetsel zihniyet)
- DE uygulanması için gelecekteki gelişmeler de sosyal bilinç ve yukarıdan aşağıya ve aşağıdan yukarıya hareketi başlatmak için ana tetikleyiciler: yeni iş modellerinin alanda daha kapsamlı bir çalışma ile gerçekleşmesi, kaynak yönetimi alanında atık hakim algısını değiştirmek ve döngüsel ürün sistemlerinin potansiyelini ve rekabet güçlerini ortaya çıkarmak için gereklidir.



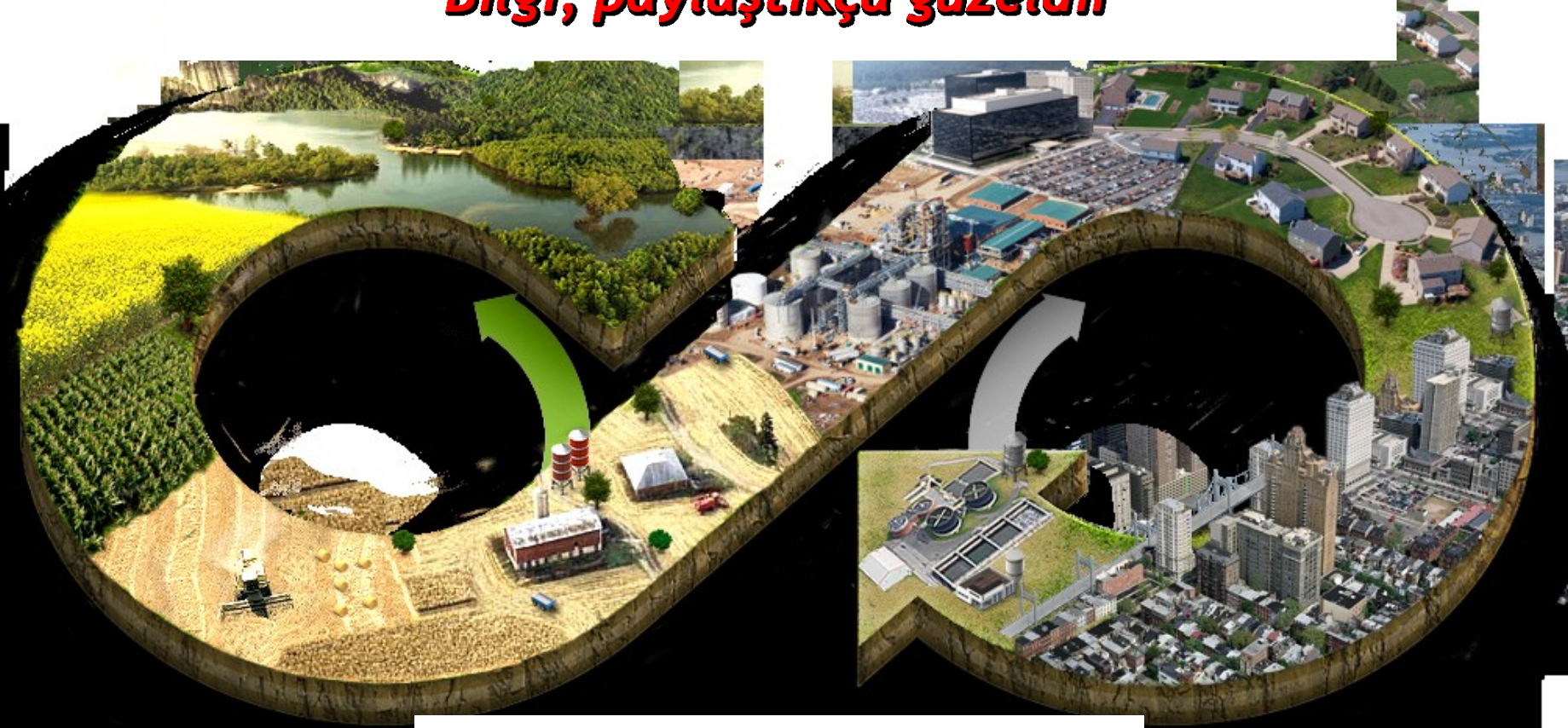
- Kaynakların **etkin kullanımının** geliştirilmesi, iklim değişikliğide dahil olmak üzere olumsuz çevresel etkilerin azaltılması ve ürün optimizasyonu;
- Mevcut en iyi uygulamalar ile karşılaştırıldığında, **kalıntı atık** üretiminin büyük oranda azaltmak;
- Endüstri ve KOBİler için **yeni iş fırsatları** yaratmak;
- Ekonomik, sosyal ve çevresel sürdürülebilirliği bir iş planı ile realize etmek ve geridönüşüm sırasındaki zararlı maddelerle ilgili olan muhtemel olumlu ve olumsuz **yan etkileri ve risklerin** değerlendirmesini gerçekleştirmek;
- AB'de küresel ekonomiye daha **geniş bir geçişi** kolaylaştırmak (örneğin düzenleyici veya politika çerçevesi gibi) için çerçeve koşullarını sağlayan kanıta dayalı bilgi sağlamak.

## Türkiye Özelinde Yol Haritası (2020-2030-2050)

- Farkındalık Yaratılması ve Politikaların Oluşturulması (Kısa-Orta-Uzun)
- Sinerji ve Motivasyon (İlgili Bakanlıklar, BTYK ve TÜBİTAK)
- Atık Yönetiminde ki Ulusal Öncelikler (Gömmek-Yakmak-Depolamak-Uzaklaştırmak-Yeniden Kullanım-Gerikazanım)
- Kaynak Kullanım Kapasiteleri (Atıktan Kaynağa ve Rekabetçi Sektör)
- Kritik Hammaddeler ile ilgili Kaynakların Tespiti ve ürün çeşitliliği
- **Avrupa Birliği hammadde temin stratejilerinin Ulusal düzeyde uygulanması:**
  1. AB dışındaki ülkelerdeki hammadde kaynaklarına yeterli erişim
  2. Avrupa ülkelerinden hammadde temin olanaklarının geliştirilmesi
  3. Kaynak verimliliğini artırma ve geri kazanım/dönüşümün teşvik edilmesi

# Dinlediğiniz için teşekkürler...

***“Bilgi, paylaştıkça güzeldir”***



**Prof.Dr. Ata Akçıl**

**MİNERAL-METAL KAZANIM VE GERİDÖNÜŞÜM  
ARAŞTIRMA GURUBU**

**SDÜ Müh. Fakültesi, Isparta**

**Tel. 246 2111306-1343**

**E-mail: [ataakcil@sdu.edu.tr](mailto:ataakcil@sdu.edu.tr)**