

TÜRKİYE ATIK ISI POTANSİYELİ DEĞERLENDİRME PROJESİ



**T.C. ENERJİ VE TABİİ
KAYNAKLAR BAKANLIĞI**



THE WORLD BANK
IBRD • IDA | WORLD BANK GROUP



Energy Sector Management Assistance Program



Stantec



exergia
CLIMATE CHANGE CONSULTANTS

**TÜRKİYE
ATIK ISI
POTANSİYELİ
DEĞERLENDİRME
PROJESİ**

Dünya Bankası ve T.C. Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı; Ulusal Enerji Verimliliği Eylem Planı (UEVEP) enerji tasarruf hedefleriyle uyumlu olarak, Türk hükümetinin atık ısı potansiyelini ortaya koymaya yönelik çabalarını desteklemek için Atık Isı Potansiyeli Kullanım ve Geri Kazanım Seçenekleri Pazar Araştırma Projesi'ni hayata geçirmişlerdir



PROJENİN HEDEFLERİ

- Türkiye atık ısı pazarının değerlendirilmesi
- Teknik ve finansal olarak uygulanabilir atık ısı geri kazanım yatırımlarının belirlenmesi
- Atık ısı geri kazanımı yatırımlarının uygulanmasının önündeki engellerin belirlenmesi
- Enerji etütleri için örnek/şablonlar geliştirilmesi



PROJE GÖREVLERİ

- Ülke geneli atık ısı potansiyelinin değerlendirilmesi
- Isı kullanım performansını değerlendirmek için etütler yapılması
- Atık ısı potansiyelini gerçekleştirmenin önündeki politik, düzenleyici ve finansal engellerin belirlenmesi

ÜLKE GENELİ ATIK ISI POTANSİYELİ

Türkiye’de sanayi, termik santraller ve ticari binalar için atık ısı potansiyelinin dağılımı (TJ)



42%
Sanayi

40%
Termik
Santraller

18%
Ticari
Binalar

Hesaplanan toplam teorik atık ısı potansiyeli
160.000 TJ/yıl

Teknik atık ısı potansiyelinin geri kazanımı ile
ulaşılabilecek tasarruf **\$ 650 milyon/yıl**

Teknik atık ısı potansiyelinin geri kazanımı
için gerekli yatırım maliyeti
\$ 2,4 milyar

Eş değer emisyon azaltımı

10 MtCO₂/yıl

Yılda **4 milyon** binek aracın
trafikten kaldırmasına denk

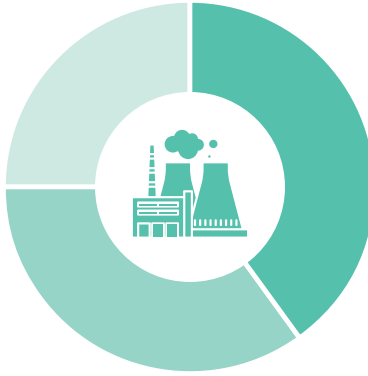


Sanayideki Potansiyel (TJ)



36% Demir - Çelik **7%** Cam
12% Çimento **6%** Kimyasallar
10% Tekstil **5%** Gıda
8% Demir harici metaller **4%** Seramik
12% Diğer

Termik Santrallerdeki Potansiyel (TJ)



40% Antrasit ve İthal Kömür
Yakıtlı Santraller
35% Doğalgaz Kombine
Çevrim Santralleri
25% Linyit Kömürü Yakıtlı
Santraller

Ticari Binalardaki Potansiyel (TJ)



33% Oteller **10%** Kamu
Binaları
20% Eğitim Kurumları **10%** Özel Binalar
19% Sağlık Binaları **8%** Alışveriş
Merkezleri

Hesaplanan potansiyelin uygun
kısmıyla yaklaşık **2.700 GWh/yıl**
elektrik üretilebilir

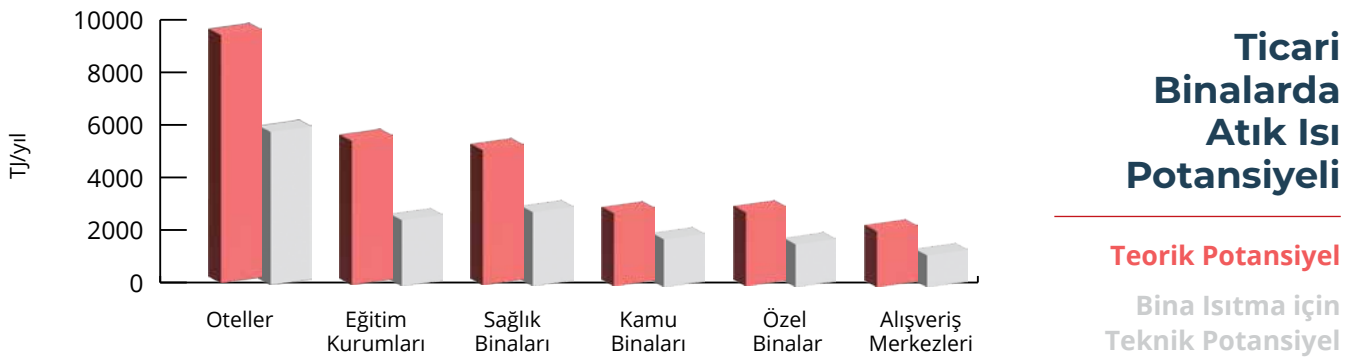
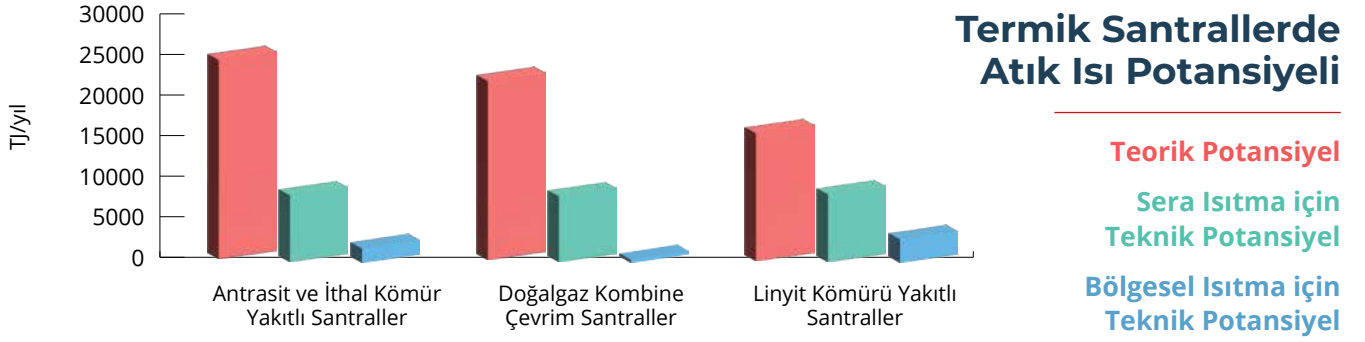
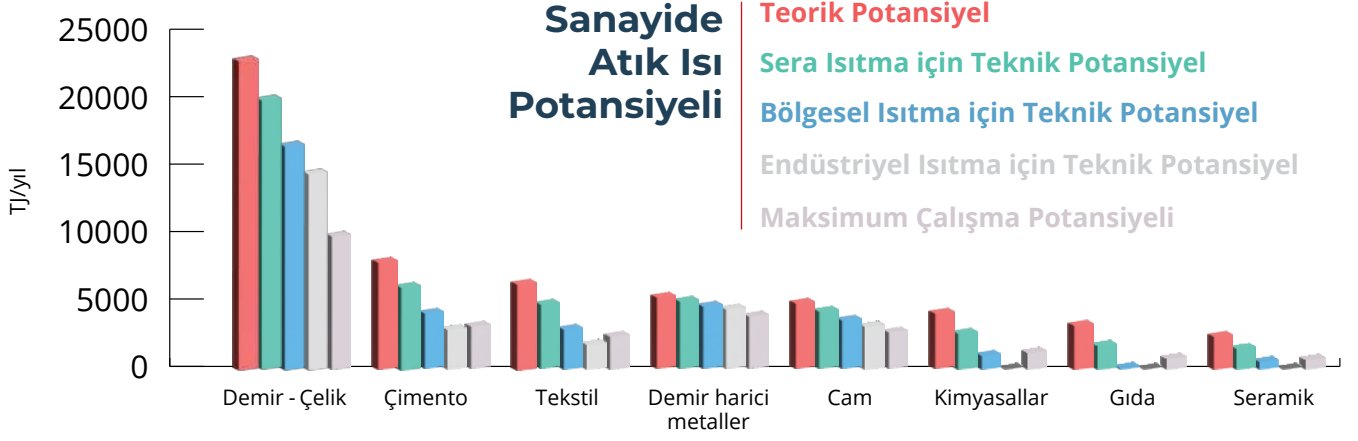
Bununla **1-1,2 milyon** hanenin
elektrik ihtiyacı karşılanabilir



Atık ısıdan elektrik üretimi
kaynaklı tasarruf potansiyeli
\$ 420 milyon/yıl

Atık ısıdan elektrik üretimi için
gerekli yatırım maliyeti
\$ 750-950 milyon

FARKLI SICAKLIKLARDA ÜLKE GENELİ ATIK ISI POTANSİYELİ



Teorik Potansiyel:

25 °C'de hesaplanan potansiyel

Sera Isıtma için Teknik Potansiyel:

70 °C'de hesaplanan potansiyel

Bölgesel Isıtma için Teknik Potansiyel:

120 °C'de hesaplanan potansiyel

Endüstriyel/Bina Isıtma için Teknik Potansiyel:

150 °C'de hesaplanan potansiyel

ENERJİ ETÜTLERİNE DAYALI ÖRNEK ÇALIŞMA SONUÇLARI

Atık ısı odaklı ön-inceleme ve detaylı enerji etüt çalışmaları aşağıdaki tesisler için gerçekleştirilmiştir

12 Sanayi Tesis

3 Termik Santral

3 Ticari Bina

Her Bir Tesis için Atık Isı Potansiyeli

Sektör	Alt Sektör	Kullanılan/Geri Kazanılan Atık Isı (MWh/yıl)	Atık Isı Potansiyeli (MWh/yıl)	Ekonomik Atık Isı Potansiyeli (MWh/yıl)	YE + Kojen/Trijen Potansiyeli (MWh/yıl)
SANAYİ	Demir - Çelik-1	33.936	122.459	122.459	-
	Demir - Çelik-2	46.978	60.854	60.854	-
	Çimento-1	83.431	196.877	196.877	-
	Çimento-2	219.871	178.150	178.150	-
	Çimento-3	273.420	413.825	413.825	-
	Tekstil-1	6.070	22.762	22.762	8.491
	Tekstil-2	2.132	49.860	49.332	18.524
	Cam	309.322	2.520	2.520	877
	Kimyasal-1	167	1.374	1.374	649
	Kimyasal-2	21.705	20.594	20.594	220
	Gıda	1.463	286	111	3.235
	Seramik	1.253	7.924	7.924	73
TERMİK SANTRALLER	Kömür Yakıtlı	-	18.971	-	-
	Doğalgaz Yakıtlı-1	-	70.489	-	3.508
	Doğalgaz Yakıtlı-2	-	100.535	100.535	6.115
TİCARİ BİNALAR	Otel	2.362	2.002	2.002	287
	Hastane	-	937	937	1.929
	AVM	3.682	1.499	-	6.992

Kullanılan/Geri Kazanılan Atık Isı: Mevcut durumda kullanılan atık ısı

Atık Isı Potansiyeli: Teknik olarak geri kazanılabilir atık ısı

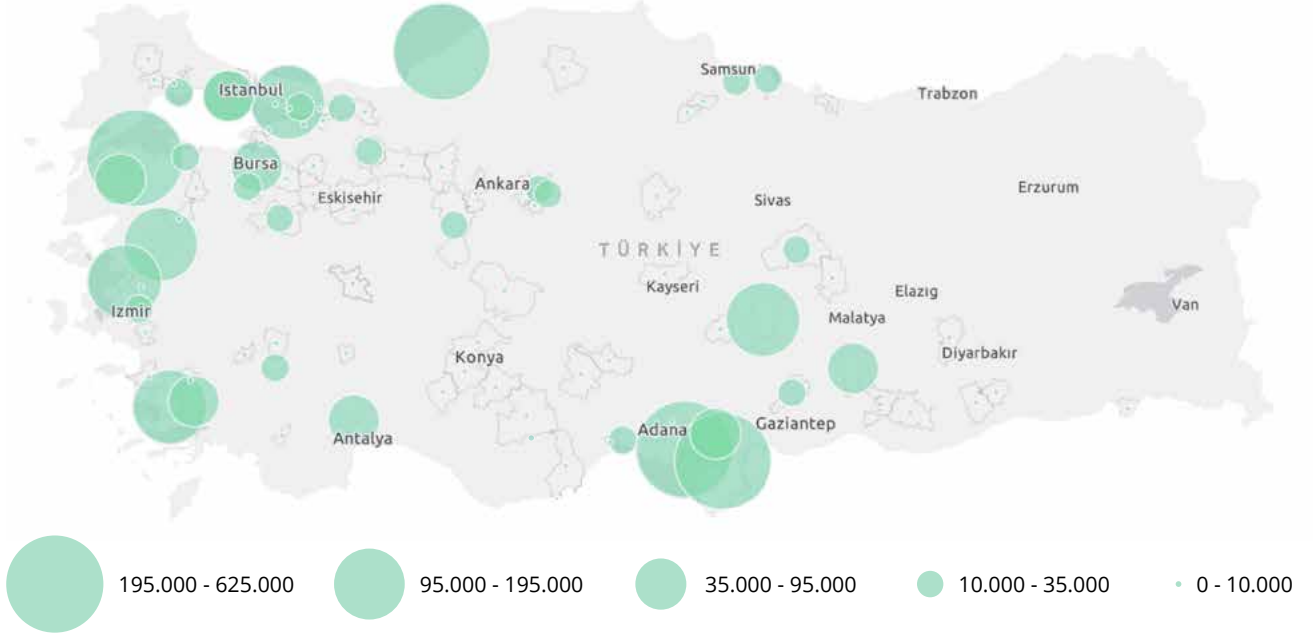
Ekonomik Atık Isı Potansiyeli: Ekonomik olarak geri kazanılabilir atık ısı
(Geri ödeme süresi 7 yıldan az olan atık ısı geri kazanım projeleri baz alınmıştır)

YE + Kojenerasyon/Trijenerasyon Potansiyeli: YE kaynaklı ısıtma/soğutma ve kojenerasyon/trijenerasyon potansiyeli

BÖLGESEL ISITMA DEĞERLENDİRMESİ

Hesaplanan Potansiyel ile Isıtılabilecek Hane Sayısı

Bölgesel ısıtma potansiyelini belirlemek için, 102 ilçedeki 295 sanayi tesisi ve enerji santrali bacasından gelen atık ısı ile enerji santrallerinden gelen ara buhar değerlendirilmiştir



Atık ısı potansiyeli belirli bir düzeyin üzerindeki sanayi tesisleri ve termik santrallerin atık ısı ve ara buharlarından bölgesel ısıtma için hesaplanan potansiyel, yaklaşık **3,8 milyon** evin ısıtma ihtiyacını karşılayacak düzeydedir



Bölgesel ısıtma kaynaklı
tasarruf potansiyeli
\$ 735 milyon/yıl

Bölgesel ısıtma için
gerekli yatırım maliyeti
\$ 16 milyar



ATIK ISI GERİ KAZANIMININ ÖNÜNDEKİ ENGELLER

Engeller

Tanım

Öneriler

TEKNİK ENGELLER	Zamansal uyumsuzluk	- Bölgesel ısıtma projelerinde olası bölgesel soğutmanın da araştırılmasını sağlamak için düzenleyici çerçevenin güncellenmesi - ORC sistemleri aracılığıyla mevsimlik elektrik üretimi için teşvikler sağlamak ve bu faaliyetin lisans almasını kolaylaştırmak
	Konum uyumsuzluğu	- Uzun ısı taşıma ağlarının teknik olarak mümkün olduğu konusunda farkındalığın artırılması - Enerji yönetimini optimize etmek amaçlı yapılanmaların mevcut olduğu OSB'lerde, bu yapıların atık ısı geri kazanımı ve kullanımını ele alacak şekilde genişletilmesi - Yeni OSB'leri planlarken ve tasarlarken atık ısıdan yararlanma hususunu zorunlu kılmak için düzenleyici çerçeveye hükümler eklenmesi
	Kalite uyumsuzluğu	- Düzenleyici çerçevenin düşük ve ultra düşük sıcaklık ağlarının uygulanmasına izin verecek şekilde yapılandırılması - Düzenleyici çerçevede böyle bir sistemin bileşenleri olarak ısı pompalarının kullanımının öngörülmesi - Düşük ve ultra düşük sıcaklıklı ağlardan geri kazanımın teknik olarak fizibil olduğu ve bu nedenle araştırılabileceği konusunda farkındalığın artırılması - Öne çıkan bir vakanın belirlenmesi ve bir tanıtım projesinin uygulanması için destek sağlanması - Mevcut bölgesel ısıtma şebekeleriyle uyumlu hale getirmek amacıyla atık ısı kaynaklarının sıcaklığını artırmak için ısı pompalarının dahil edilmesi
	Sınırlı bölgesel ısıtma altyapısı	Atık ısı alış-verişi için bir bilgi portalı geliştirilmesi
POLİTİK / YASAL / DÜZENLEYİCİ ENGELLER	Mevcut düzenleyici çerçeve, atık ısıdan elektrik enerjisi üretimini engellemektedir	Sanayi bölgelerinde atık ısıdan şebekeye güç üreten sistemlerin bağlantısını kolaylaştırmak için düzenleyici çerçevenin iyileştirilmesi
	Atık ısı geri kazanımı ve kullanımı, büyük ölçüde düzenlenmemiş bir pazardır	- Isı piyasalarının geliştirilmesi yoluyla atık ısı geri kazanımını daha iyi teşvik etmek için düzenleyici çerçevenin güçlendirilmesi - Kılavuzların, enerji maliyetlerinin hesaplanması için maliyet-fayda metodolojilerinin ve ayrıca tipik sözleşme modellerinin oluşturulması yoluyla atık ısı piyasasının düzenlenmesi
	Biyokütle fazla ısısının kullanımı yoğun bir şekilde desteklenmemektedir	- Düzenleyici çerçeve kapsamında biyokütle tesislerinden gelen fazla ısısının kullanılmasının faydalarının vurgulanması ve ayrıca kullanımı için özel teşviklerin sağlanması - Düzenleyici çerçevede ısı pompası teknolojilerinin kullanımının kolaylaştırılması
	Isı çekişi için tarife bulunmamaktadır	Isı tarifesi belirlemek için bir metodoloji içerecek şekilde düzenleyici çerçevenin güncellenmesi
	Politika belgeleri atık ısı ile ilgili çeşitli faaliyetleri öngörmekle birlikte, bunlar yasal/düzenleyici çerçevede detaylandırılmamış veya uygulanmamıştır	- Türk mevzuatının AB mevzuatına sistematik olarak uyumlu hale getirilmesine ve yeni ulusal düzenlemelerin ve eylem planlarının benimsenmesine devam edilmesi - Gelecekteki kanun değişikliklerinde ve özellikle planlanan ısı kanununda ETKB, sürdürülebilir ısıtma ve soğutmaya yönelik AB stratejisi (2016) ile uyumlu olarak sürdürülebilir ısıtma ve soğutma kavramını getirebilir - AB Enerji Verimliliği Direktifi'nin (EED) 2. ve 14. maddeleri ve AB Yenilenebilir Enerji Direktifi'nin (RED) 24 – 4. maddeleri gibi halihazırda çoğunlukla eylem planlarında yer alan AB mevzuatının kavram ve hükümlerinin mevzuata dahil edilmesi - Yeni sanayi bölgeleri, yeni santraller veya yeni konut projeleri planlanırken mekansal planlamaya sürdürülebilir ısıtma ve soğutma kriterlerinin dahil edilmesi - Finansmanın güvence altına alınmasının sağlanması ve politika çerçevesinde öngörülen faaliyetlerin uygulanması
FİNANSAL DESTEK VE TEŞVİK RİSKLERİ	Atık ısı geri kazanımı ve kullanım yatırımları, uzun geri ödeme süreleri ile (10 yıldan fazla) maliyetli olarak algılanıyor / Finansman için destek mekanizmaları, teşvikler, uzun vadeli garantiler vb. gibi konularda sınırlamaların olması yüksek yatırım riski ile birleşiyor	- Fizibilite çalışmaları ve standard sözleşme modelleri için sübvansiyon sağlanması - Uluslararası finans kuruluşları ile beraber özellikle OSB'ler özelinde atık ısı için bir garanti mekanizması tesis edilmesi - Ödemesiz dönemli, uzun vadeli ve düşük faizli kredilerin sağlanması - ESCO'ların atık ısı geri kazanımı uygulamalarına dahil edilmesinin sağlanması - ETKB'nin uluslararası deneyim ve Türkiye gerçekleri ile uyumlu risk azaltma mekanizmalarını tasarlaması ve uygulaması
	Mevcut enerji santralleri, ikincil bir ürün olarak ısı üretmek için tasarlanmamıştır	Mevcut termik santrallerin ısı üretimi için iyileştirilmesine yönelik fizibilite çalışmalarının uygulanması ve tanıtım projelerinin yayılmasının desteklenmesi
	Enerji sübvansiyonları, üretilen enerjinin maliyetten daha düşük fiyata satılmasına neden olmaktadır	Farklı enerji ürünlerini hedefleyen sübvansiyonların birleşik bir çerçeve altında dağıtılması
	Fizibilite çalışmalarını gerçekleştirmek için sağlanan sınırlı teknik destek	ETKB'nin finansman, kaynaklara erişim kolaylığı, hedeflenen kapasite oluşturmak için kaynaklar vb. sağlayarak fizibilite çalışmalarının uygulanmasını desteklemesi
	Standard sözleşmelerin eksikliği	Standard sözleşmelerin geliştirilmesi ve uygulanması
BİLGİ VE İLETİŞİM ENGELLERİ	Sürdürülebilir bir ısı kaynağı olarak atık ısı ve bölgesel ısıtma ağları konusundaki düşük farkındalık	- İnternet bilgi portalı - İşletmeler (endüstriyel ve üçüncül sektörler) için tek noktada hizmet - Hedeflenen kapasite geliştirme faaliyetleri - İletişim kampanyaları - Enerji Verimliliği Ağlarının (EEN) tanıtılması
	Atık ısı kullanım olanakları hakkında bilgi eksikliği	
	Farklı sektörler ve atık ısı karakteristikleri için mevcut ticari teknolojilerin çeşitliliği konusunda farkındalık eksikliği	

ATIK ISI GERİ KAZANIM SİSTEMLERİNİN UYGULANMASI İÇİN YOL HARİTASI

1. Atık Isı Geri Kazanım Fırsatlarını Belirlemek için Enerji Etütleri Gerçekleştirmek

Endüstriyel proseslerin atık ısı geri kazanım potansiyelleri ve geri kazanım teknolojileri

Endüstri	Kullanılan Proses	Sıcaklık Aralığı (°C)	Sıc. Aralığı
DEMİR ÇELİK ÜRETİMİ	Sinter prosesi	1300 - 1480	YS
	Peletleme tesisleri	Düz ızgara işlemi: 1300 - 1350	YS
	Sertleştirme prosesi	Izgaralı ocak süreci: 1250	YS
	Kok fırını tesisleri - Jewell - Thompson fırını	1150 - 1350	YS
	Yüksek fırın - Sıcak sobalar	900 - 1500	YS
	Bazık oksijen çelik üretimi	1200	YS
GIDA, İÇECEK VE SÜT SANAYİ	Çözündürme / alkalileştirme işlemi	45 - 130	OS
	Çözündürme / alkalileştirme işlemi	60 - 115	OS
	Soğutma sistemlerinden ısı geri kazanımı	50 - 60	DS
	Kızartma	180 - 200	OS
CAM ÜRETİMİ	Fırınlardan ısıtılması ve birincil ergitme	750 - 1650	YS
DEMİR DIŞI METALLERİN ÜRETİMİ	Ergitme prosesi	400 - 1200	YS
	Birincil ve ikincil kurşun üretimi	200 - 400	OS
	Çinko sülfür	900 - 1000	YS
ÇİMENTO, KİREÇ VE MAGNEZYUM OKSİT ÜRETİMİ	Fırın ateşleme	≥2000	YS
	Klinker yanması	1400 - 2000	YS
KAĞIT HAMURU, KAĞIT VE MUKAVVA ÜRETİMİ	Kraft hamurlaştırma işlemi (Sülfat hamurlaştırma işlemi)	155 - 175 (pişirme ve delignifikasyon) 90-100 (oksijen delignifikasyonu) 800-1100 (kalsinasyon reaksiyonlu kireç fırını)	OS DS YS
	Mekanik hamurlaştırma ve kimyasal hamurlaştırma	95 - 125 (Öğütme - Basınçlı Öğütülmüş Odun Hamuru) 70 - 170	DS-OS
	Kağıt yapımı ve ilgili işlemler	45 - 90 (Kağıt makinesi) >350 (kaplamalı hamur kağıt doku baskı işlemi)	DS YS
	Bobin kaplama	150 - 220	OS
	Kir temizleme	1200	YS
TEKSTİL SANAYİ	Pamuk çözgü ipliğinin optimizasyonu	60 - 110	DS-OS
	Boyama	80 - 100	DS
	Oksidasyon	750	YS
	Kurutma	130	OS
	Oksidasyon, Yanma	800 - 1450	YS

Sıcaklık aralığına göre yaygın olarak kullanılan atık ısı geri kazanım sistemleri*

DÜŞÜK SICAKLIK	ORTA SICAKLIK	YÜKSEK SICAKLIK
Birçok farklı tasarıma sahip konveksiyon reküperatörü (metalik)	Birçok farklı tasarıma sahip konveksiyon reküperatörü (metalik)	Konveksiyon reküperatörü (metalik) - çoğunlukla boru şeklinde
Kanatlı borulu ısı eşanjörü (ekonomizörler)	Kanatlı borulu ısı eşanjörü (ekonomizörler)	Radyasyon reküperatörü
Su ve sıvı ısıtma için gövde borulu ısı eşanjörleri	Su ve sıvı ısıtma için gövde borulu ısı eşanjörleri	Rejeneratif brülörler
Isı pompaları	Kendinden-Rekuperatif Brülörler	Isı geri kazanımı kazanları
Doğrudan temaslı su ısıtıcıları	Buhar veya sıcak su kondensatı için atık ısı kazanları	Buhar türbini-jeneratör bazlı elektrik üretimi dahil atık ısı kazanları
Yoğuşmalı su ısıtıcıları veya ısı eşanjörleri	Yük-harman (konveksiyon bölümü) ön ısıtma	Yük ya da harman ön ısıtma
Isı tekeri	Döner ısı eşanjörü	Döner ısı eşanjörü (rejeneratif sistem)
Borulu ısı eşanjörü	Borulu ısı eşanjörü	

* Düşük Sıcaklık (DS): <100 °C, Orta Sıcaklık (OS): ≥100 - 299 °C, Yüksek Sıcaklık (YS): ≥300 °C

ATIK ISI GERİ KAZANIM SİSTEMLERİNİN UYGULANMASI İÇİN YOL HARİTASI

2. Yatırım Desteği İçin Finansman Seçeneklerini ve Teşvik Mekanizmalarını Değerlendirmek

Mevcut finansal destek mekanizmaları

Kuruluş	Destek Mekanizması/ Programı	Açıklama	Link
ETKB	Verimlilik Arttırıcı Projeler (VAP)	Azami 5.000.000 TL (KDV hariç) bütçeli ve yatırım geri dönüş süresi 5 yıldan az olan projeler desteklenmektedir. Destek miktarı proje maliyetinin %30'u kadardır.	
	Gönüllü Anlaşmalar	Gönüllü anlaşma yapan ve taahhüdünü yerine getiren sanayi kuruluşunun enerji harcamasının %30'u 1.000.000 TL'yi geçmeyecek şekilde desteklenmektedir.	
KOSGEB	KOBİ Finansal Destek Programı	KOBİ'lerin projelerine kredi faizi desteği	
	Ar-Ge, Ür-Ge ve İnovasyon Destek Programı	Araştırma ve geliştirme (Ar-Ge), ürün geliştirme (Ür-Ge) ve inovasyon projeleri ile bilim ve teknolojiye dayalı yeni fikir ve buluşlara sahip KOBİ'ler ve girişimciler desteklenmektedir.	
	KOBİ'lere Enerji Verimliliği Desteği	Tesislerin ve yapılacak denetimler sonucunda belirlenen projelerin enerji etüt maliyetleri 400.000 TL'ye kadar finanse edilecektir.	
GEFF TÜRKİYE	Yeşil Ekonomiye Geçiş Destek Programı	Proje, enerji verimliliği, yenilenebilir enerji ve iklim değişikliği önlemleri dahil olmak üzere yeşil ekonomi yatırımlarını desteklemektedir. Program, Türkiye için Yeşil Teknoloji Seçim Aracı kapsamındaki uygun malzeme ve ekipmanın satıcılarına ve üreticilerine de kredi sağlayabilir.	
TurSEFF	Yenilenebilir Enerji ve Kaynak Verimliliği Projeleri	Program, kamu ve özel sektör tarafından uygulanan Sürdürülebilir Enerji ve Kaynak Verimliliği yatırımlarının finansmanını sağlamak amacıyla oluşturulmuştur.	
YEŞİL BÜYÜME FONU (GGF)	Kaynak Verimliliği Yatırımları	GGF, enerji tüketimini, kaynak kullanımını ve CO ₂ emisyonlarını azaltan önlemlere kredi sağlayarak iklim değişikliğini azaltan ve sürdürülebilir ekonomik büyümeyi destekleyen bir etki yatırım fonudur.	
AKBANK	KOBİ EKO Dönüşüm Paketi	KOBİ'lere özel geliştirilmiş; yenilenebilir enerji, enerji verimliliği, atık yönetimi, su yönetimi, atık su yönetimi, sürdürülebilir tarım ve temiz ulaşım kredilerini içeren sürdürülebilirlik paketi	
AKLEASE	ECOLease	Programdan yenilenebilir enerji, enerji verimliliği, atık yönetimi, hammadde verimliliği ve su verimliliğine katkı sağlayacak projeler yararlanabilir.	
HALKBANK	Yeşil Enerji Kredi Paketi	Yenilenebilir enerji, enerji verimliliği, yeşil sertifikalı inşaat ve elektrikli araç ve şarj istasyonu kredilerini içeren yeşil enerji paketi	
İŞ BANK	Enerji Verimliliği Kredisi	İş Bankası, su verimliliği, hammadde verimliliği ve atık yönetimini kapsayan daha geniş bir tanımla "kaynak verimliliği" yatırımlarına finansal destek sağlamaktadır.	
ŞEKERBANK	EcoLoan	Sürdürülebilir enerji kaynaklarının geliştirilmesine, çevrenin korunmasına, enerji tüketiminin azaltılmasına, işgücü ve enerjinin verimli kullanılmasına yatırım yapmak isteyen ticari şirketleri desteklemektedir.	

3. Atık Isı Geri Kazanım Projelerini Uygulamak

Atık ısıyı azaltın ve geri kazanın





**T.C. ENERJİ VE TABİİ
KAYNAKLAR BAKANLIĞI**



THE WORLD BANK
IBRD • IDA | WORLD BANK GROUP

ESMAP
Energy Sector Management Assistance Program