

Katı Atık Yakma Teknolojisi

Prof. Dr. Ertugrul ERDIN
Dokuz Eylül Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Çevre Mühendisliği
Bölümü

3160 BUCA- IZMIR TURKIYE
0090.232. 4127120; Fax: 0090.232. 3887864; 0090.232. 4531143

E-Mail: eerdin@deu.edu.tr;
ertugrul.erdin@deu.edu.tr; eerdin@izmir.eng.deu.edu.tr
; erdin@itu104.ut.tu-berlin.de

WEB : <http://web.deu.edu.tr/erdin>

n **YAKMA ÖRNEĞİ**

n Madde ve Enerji Bilançosu

n -Yanma sırasında %0.2-0.7 arasında S ,%0.2-0.4 Cl, %0.02-0.06arasında da F açığa çıkar.

n -Ortalama hurda metal miktarı da % 2.5-5.0 dır.

n **KÜL**

n Sulu cüruf :398kg/ton , Kuru cüruf :292kg/ton, Uçucu kül: 24.5kg/ton

n **1-Cüruf**

n *Izgara cürufu ,

n *Izgaradan düşenler

n *Erimiş cüruf

n *Sin terlenmiş cüruf

n **2 -Uçucu kül**

n *Siklon ve elektrostatik filtrelerde toplanan kül

n *Yakma alanlarına çöken tozlar

n *v.s

n **3-Uçucu toz**

n *Bacalardan çıkan duman gazında bulunan tozlar

n +Gaz ve sıvı ürünler

n +Enerji

n Yakma kalıntılarının ortalama bileşimi ise aşağıdaki gibidir:

n Kalıntı adı Ağırlık % Kül+ cüruf 40 Uçucu kül 10 Metaller 15 Cam 22 Diğer inorganik maddeler 10 Organik maddeler (%YK) 3 Toplam 100 Niceliksel ısı bilançosu:

n *Kaynaklar tarafından alınan ısı miktarı $Q_K = \%76.3$

n *Özgül duman gazı miktarı: $0.333 \text{ cal/Nm}^3 (\%18.3)$

n *Kül ve cüruf : $\%2.5$

n *Uçucu kül : $\%1.6$

n *Uçucu toz: $\%1,3$

- n Yakmanın niteliksel madde bilançosu:
- n Belseme konisindeki katıların bileşenleri ve ağırlık yüzdeleri
 Çıkan duman ve gazlar ve hacim yüzdeleri
 H_2O 25-28 H_2O 11-18 C 20-26 CO 26.5-11.5
 H_2 0-3.5 N 0.15-0.4 O 9-20 O 27.5-13.5 Cl 0.2-0.4
 Cl 400-1400 (HCl mg/ Nm^3) S 0.2-0.75 SO_2 (çok az kısmı SO_3) 400-1000 mg/ Nm^3 Fe 10-7.5 Oksitlenmiş maddeler
 Ağır metaller 0.1-0.5 Pb, Al, Cu, Sn, \dots
- n Sözü edilen oksitler (ağırlık yüzdeleri) Fe_2O_3 1.5-3.5
 Na_2O 1.3-2.5 Al_2O_3 1.5-4.5 SiO_2 14.0-18.5 CaO 2.5-4.5
 P_2O_5 0.2-0.6 MgO 0.5-1.5 diğerleri----- K_2O 0.4-0.8

PROLİZ VE YAKMA KARŞILAŞTIRMASI

Yanma

*O₂ ili reaksiyonla

*Yanma sıcaklığı 800°C-1200°C

Ürünler

*Katı oksitlenmiş maddeler
(kül+cüruf)

*S_{1V1} :Su

*Gaz:CO₂,SO_x, NO_x v.s

*Ekzotermik reaksiyon

*Çöpün bileşeninin değişimine
duyarlı

Piroliz

*O₂ sız reaksiyonla termik parçalanma

*Piroliz sıcaklığı 500°C-1000°C

* Katı:indirgenmiş katı kalıntıları,
(kömür)

*S_{1V1}:Su,s_{1V1} hidrokarbonlar

*H,CO₂,CO,CH₄,Etan,Propan , H₂NH₃....

*Endotermik reaksiyon

*Çöpün bileşeninin değişimine çok az duyarlı

Piroliz olayında termik olarak madde parçalanması :

100°C-120 °C :Mutlak kuruma

120°C-250 °C : Dezoksidasyon ,desülfürleşme ,bünye sularının ayrışması CO₂

250 °C: depolimerizasyon ,hidrojen ,sülfürün parçalanması başlangıcı

340 °C : alifatik bileşiklerin bağlarının dağılması bozunması metan ve hidrokarbonların oluşması

380 °C : karbonlaşma ve zenginleşme aşaması

400 °C : C-O ve C-N bileşiklerin bağlarının parçalanması

400°C-420°C : bütün maddelerin Piroliz yağna ve katrana dönüşmesi

600°C : bütün maddelerin ısıya dayanımlı maddelere kranklaşması

>600°C Aromatların ve etilenlerin oluşması

n **Piroliz örneği : (Wiesbaden)**

n **Madde ve Enerji Bilançosu: (1000kg KA)**

n **(Girenler)**

n **Madde% Ağırlık Su28Metaller28Mineraller26.6Organik maddeler42.6Toplam100**

n **Hu=1750 kcal/kg**

n **Temiz gaz : 170 kg (Hu=3835kcal/kg)**

n **Yakma havası : 1244 kg**

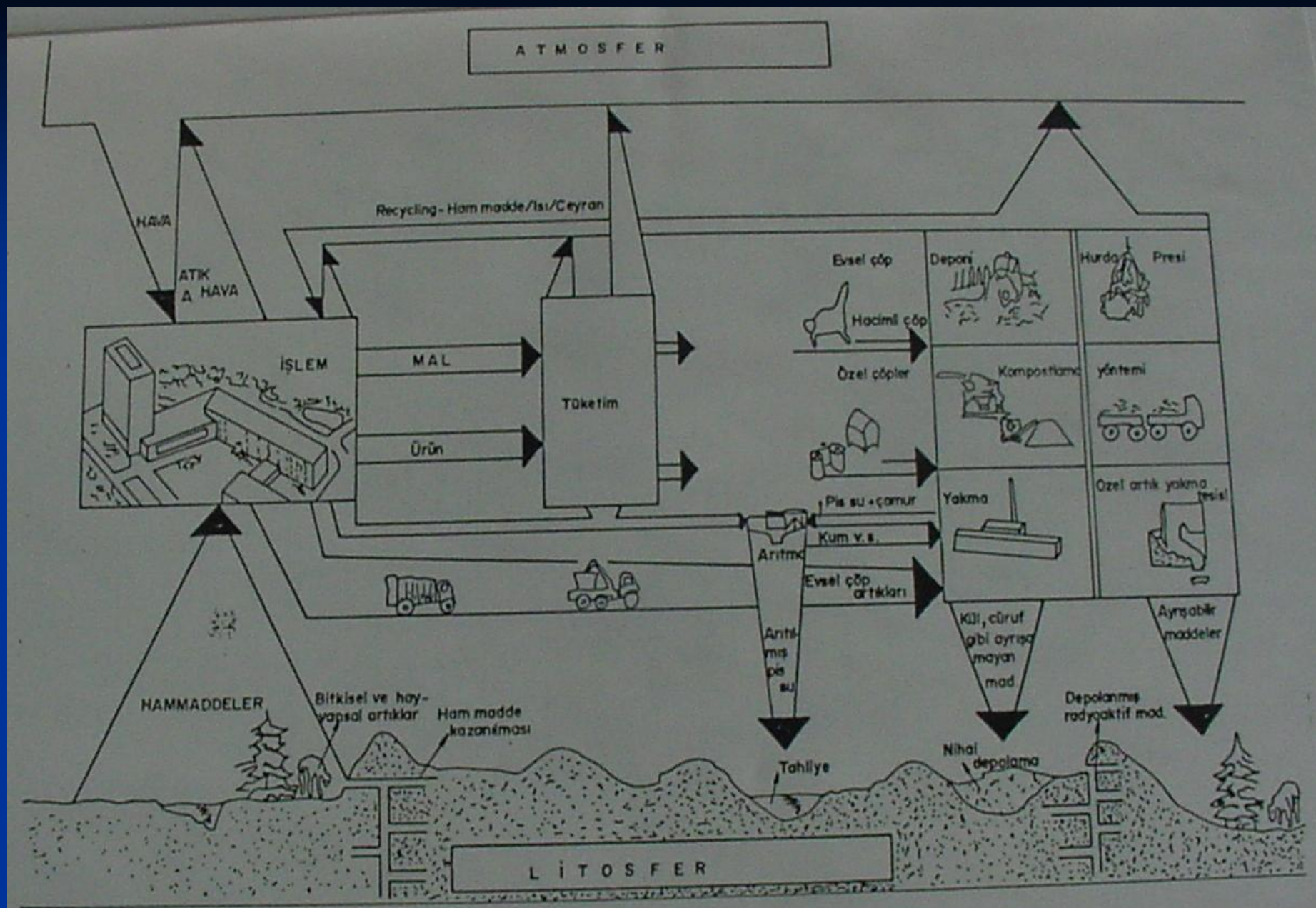
n **İlave su : 78 kg**

n **(Çıkanlar)**

n **Maddeler Kg Su 358Metaller28Piroliz kalıntıları376(Hu=1430kcal/kg)Katran6Temiz gaz310(Hu=3835kcal/kg)Atık ga 1414**

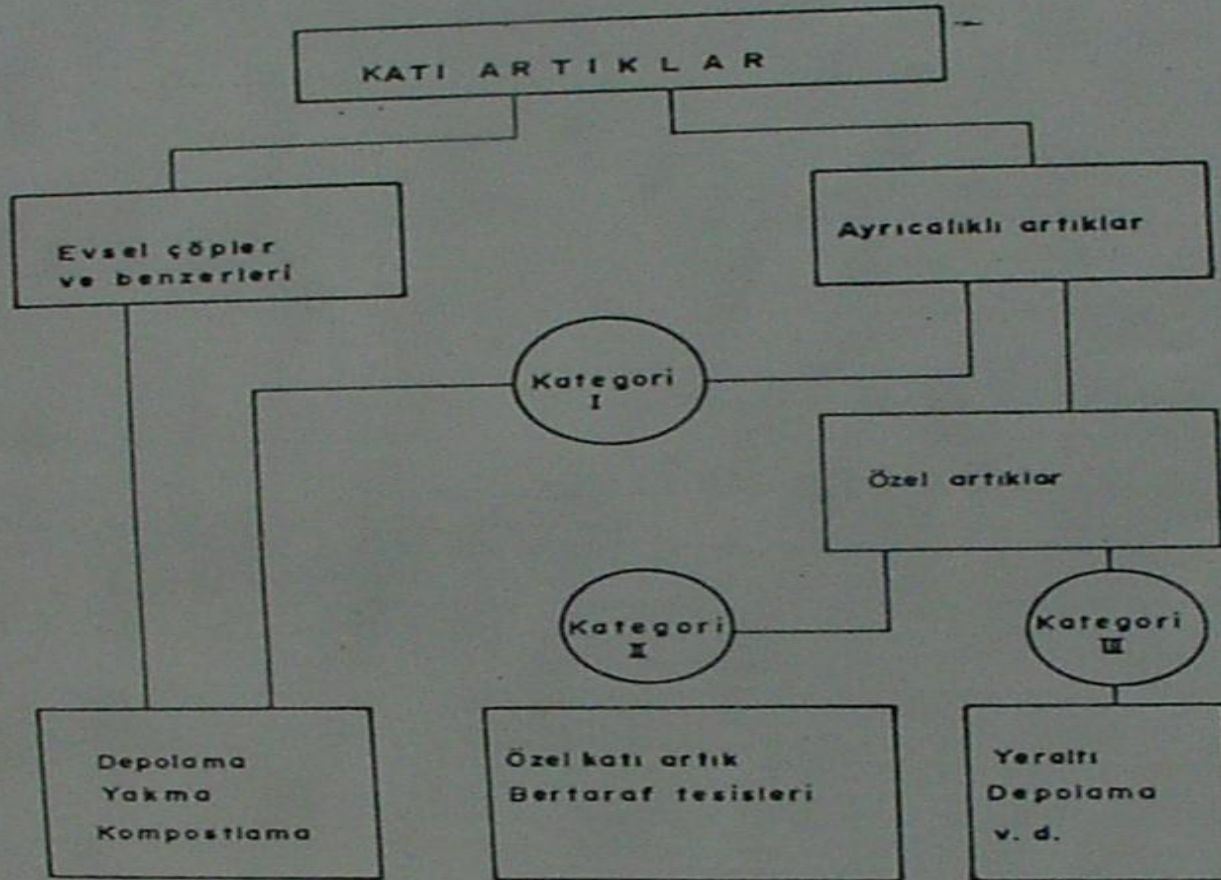
Yakma Tesisi Kapasitesi

- n Massenstrom * Heizwert = Leistung
- n $(\text{Mg/h} * \text{kJoule/kg} = \text{MW/h})$
- n Besleme debisi*ısı değeri=Tesisin verimi
- n $\text{Mg/h} * \text{kJoule/kg} = \text{MW/h}$
- n Die Anlagenkapazität 735 000 ton/jahr , diese menge können im jahr angenommen werden. Von der menge werden 55% zu RDF (BRAM) umgewandelt, die menge ist 430 000 ton/jahr , die direkt zu feuerungsanlagen durch drei linien weitergeleitet werden. 70 ton/h . linie Dampf produziert. Wasser ist im Kreislauf. Das heisst $3*70 = 210$ Tonnen /h Wasser ist staendig im Kreislauf. Dabei ist das wasserverlust 2 tonnen/h..

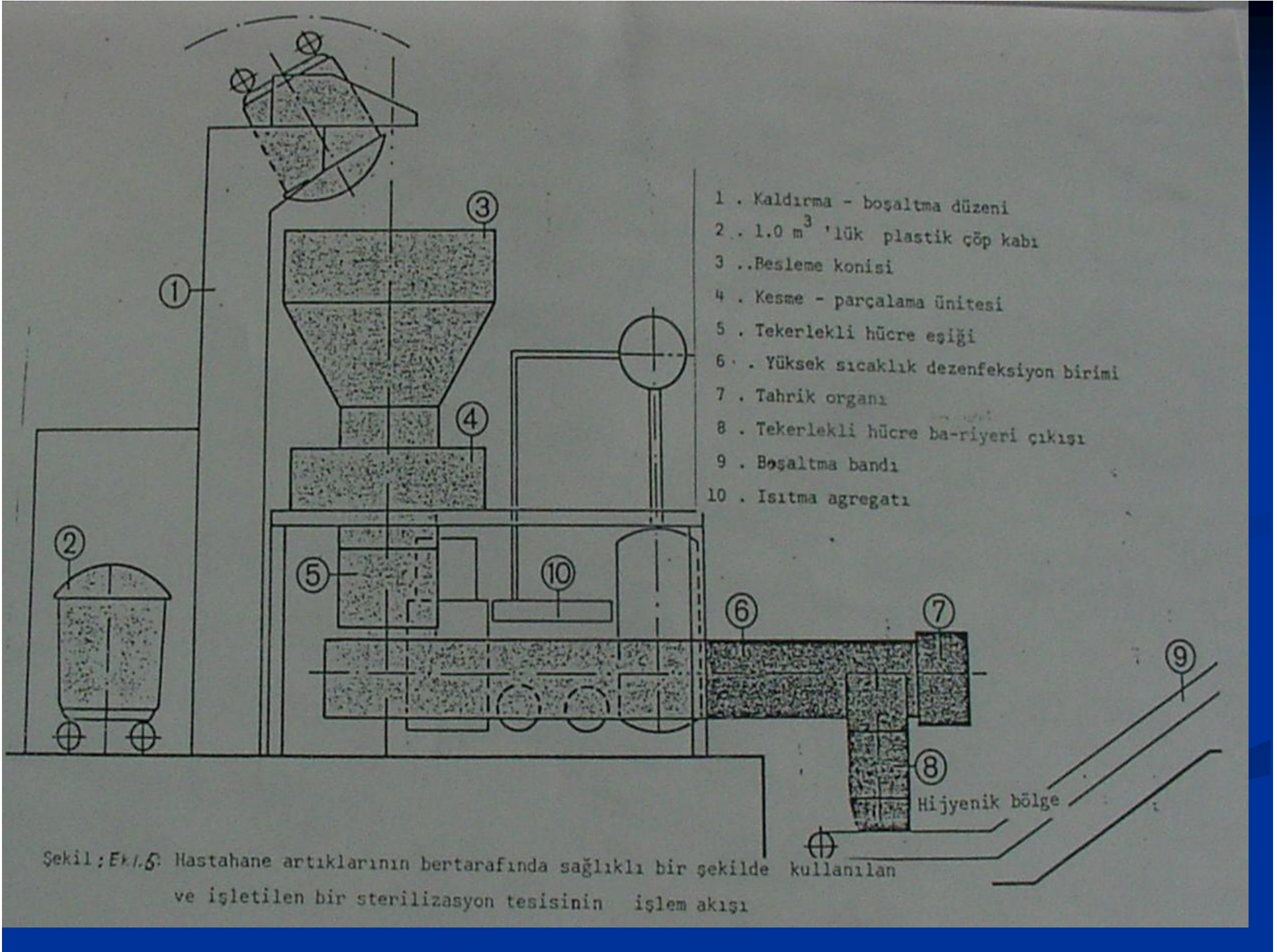


Şekil 1.1 Katı Artık madde dolanımı

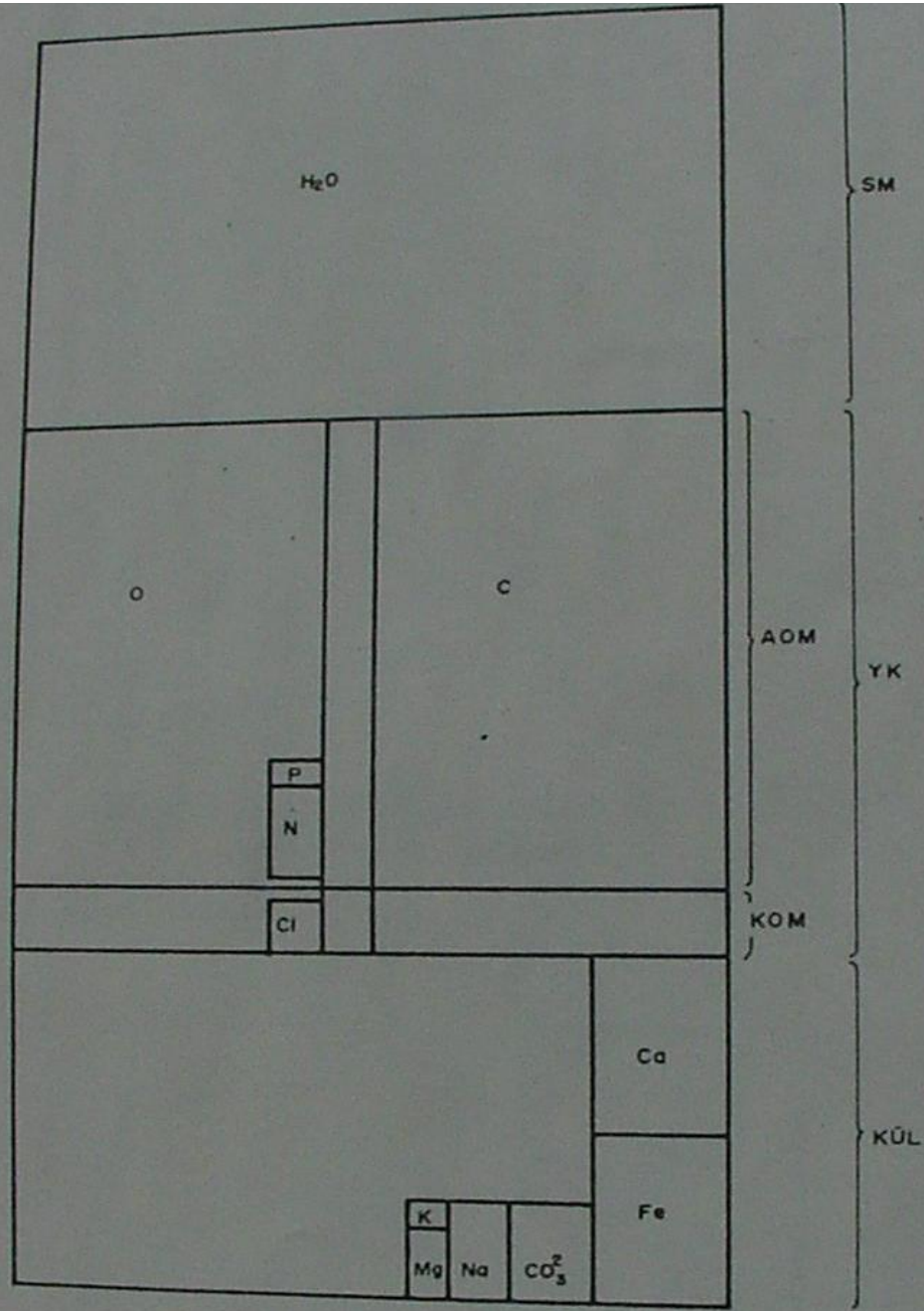
15 11 2005



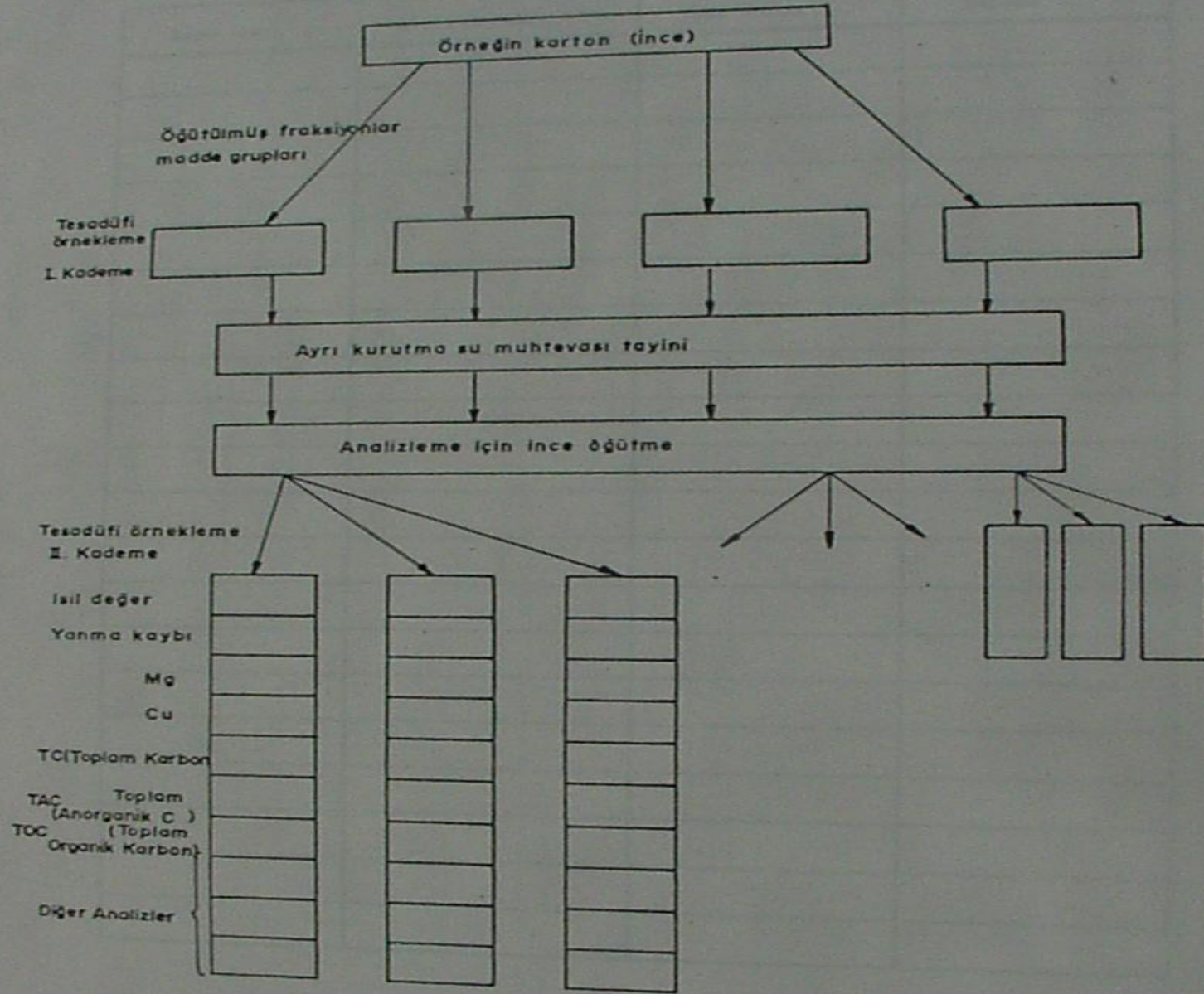
Şekil 1.2 Katı artıkların sınıflandırılması



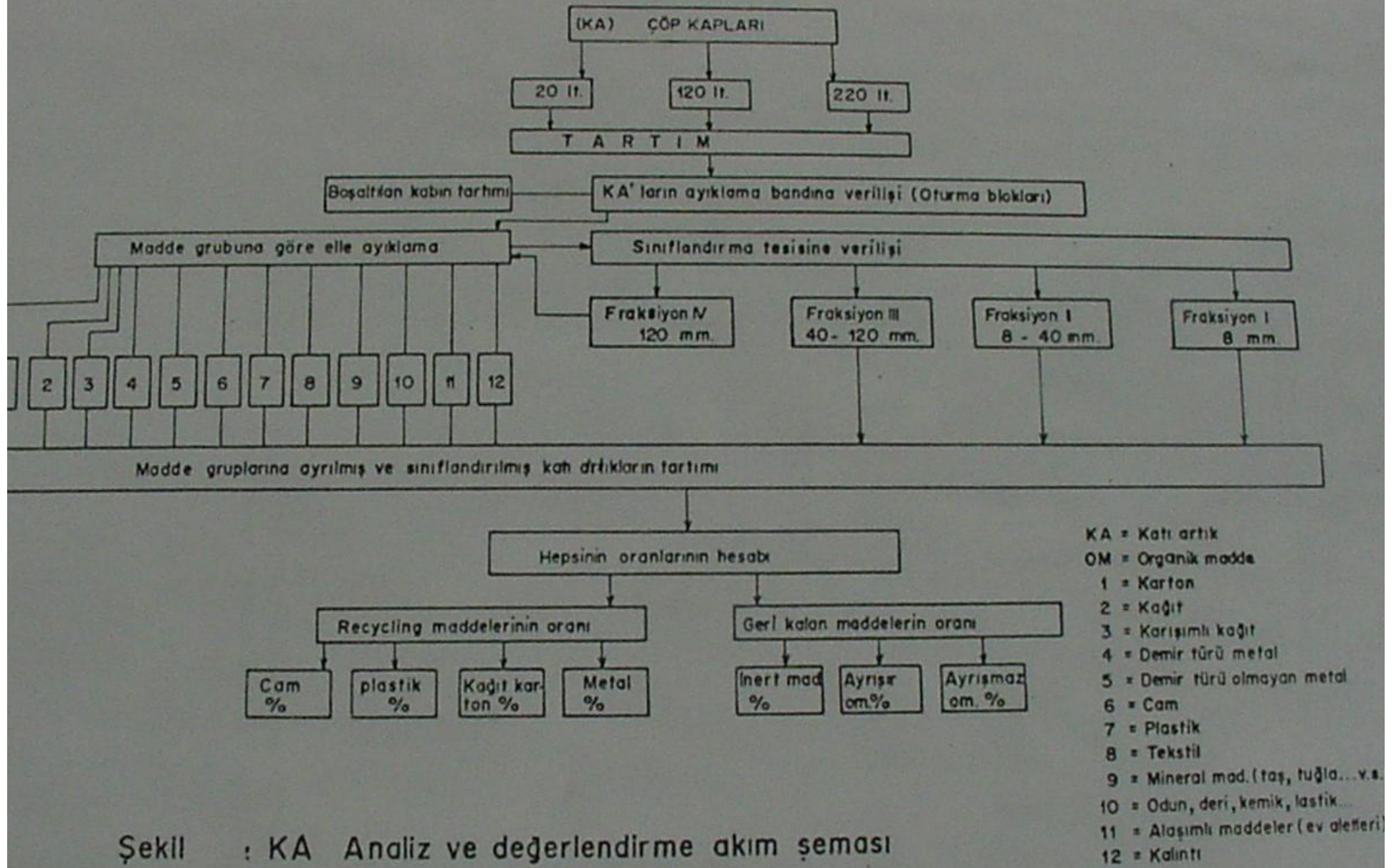
Şekil; Eki.5: Hastahane artıklarının bertarafında sağlıklı bir şekilde kullanılan ve işletilen bir sterilizasyon tesisinin işlem akışı

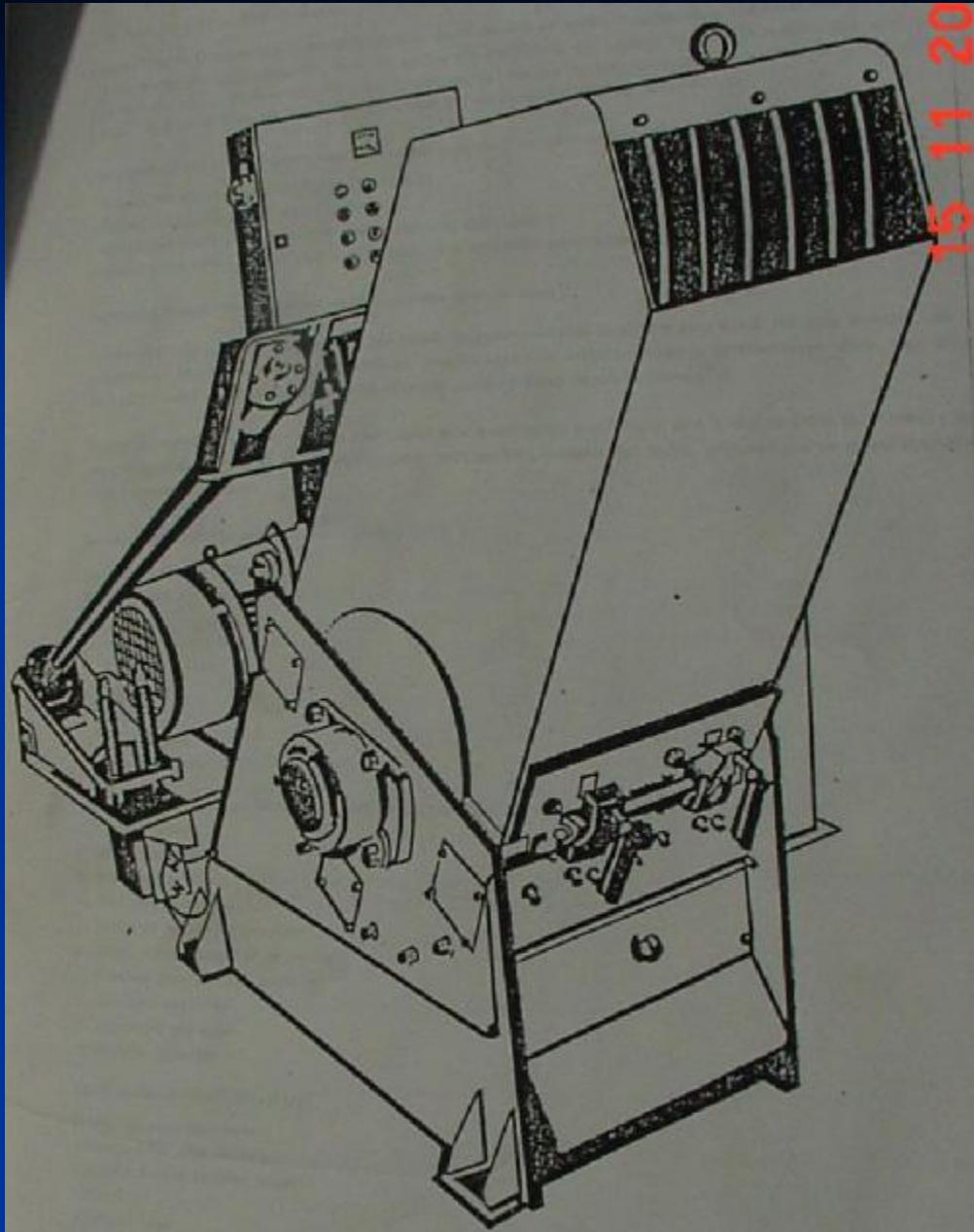


Şekil 2.1 Çöpün maddesel bileşimi



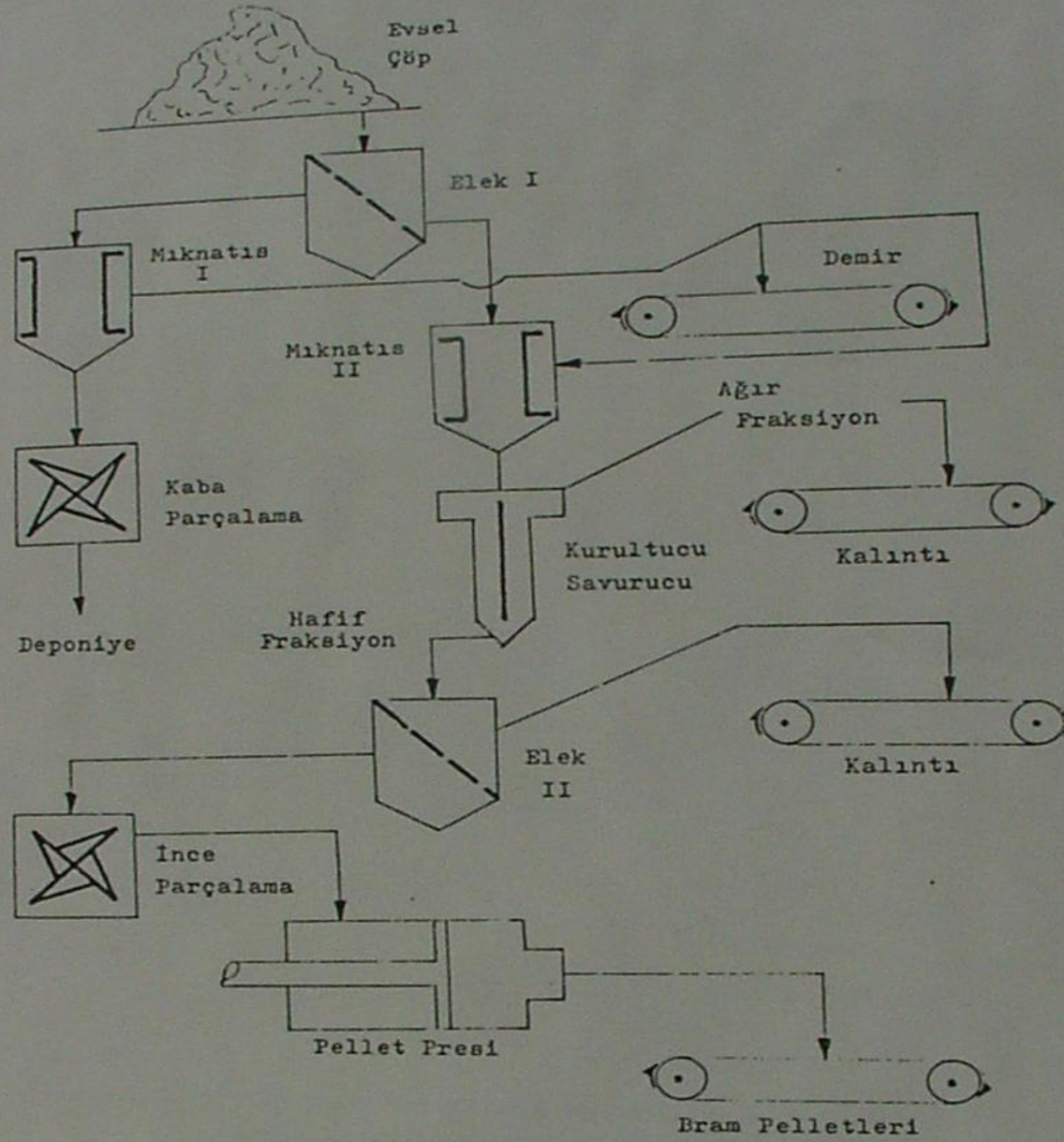
Şekil: Laboratuvar analizleri için örnek alınması





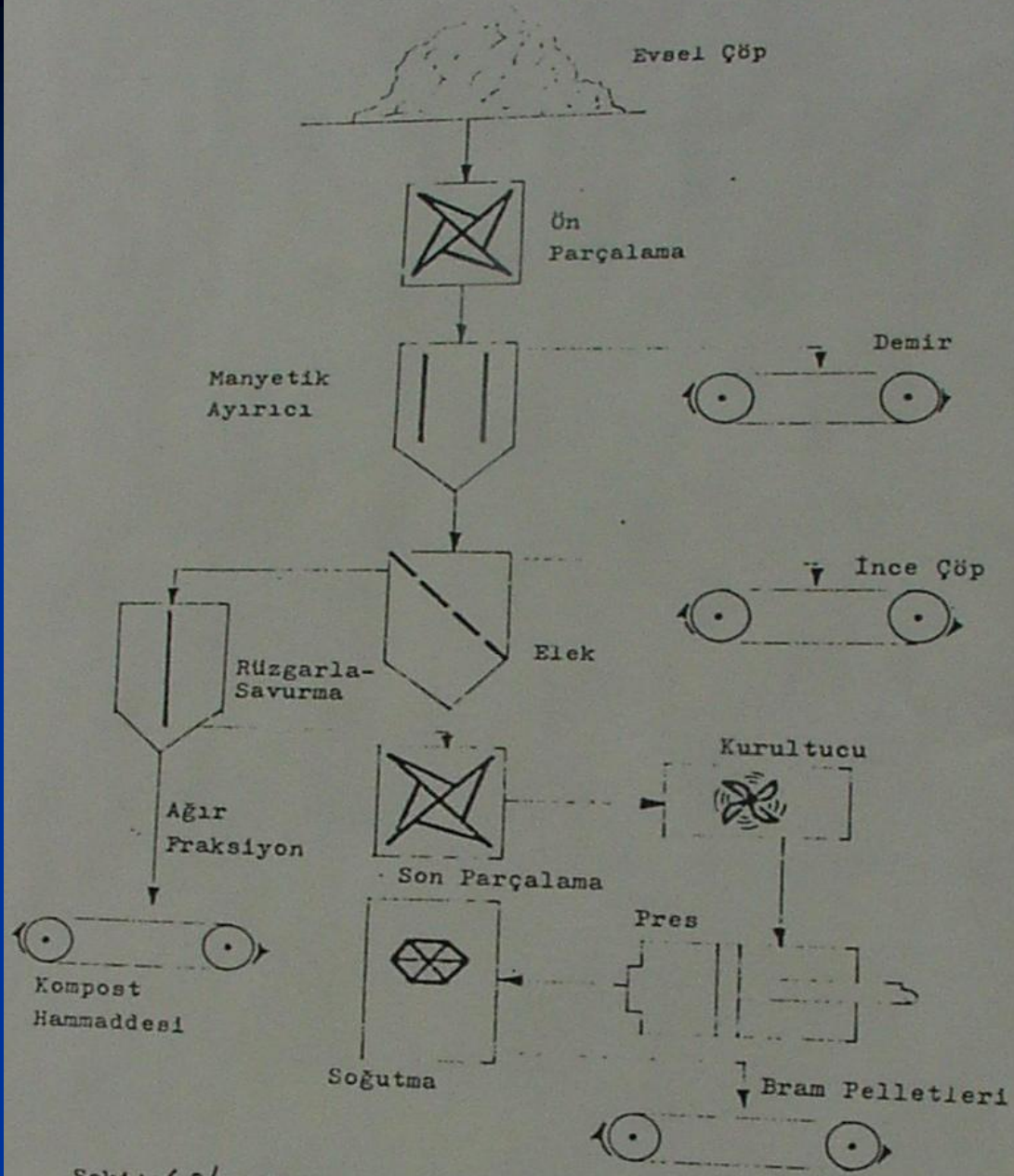
15 11 20

Şekil: Yumuşak madde parçalama değirmeni.
Ek:52

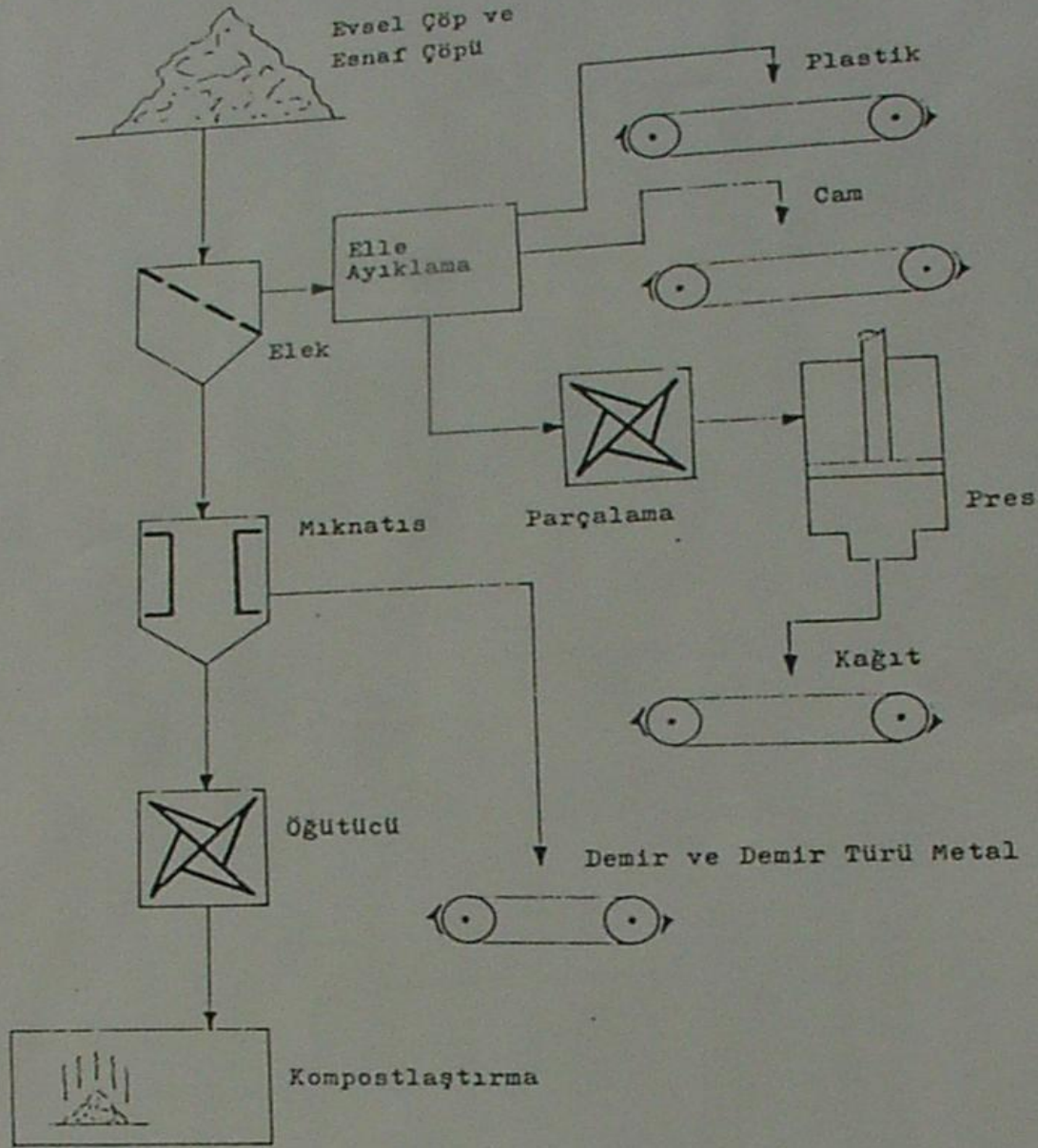


Şekil: 6-2/A ECO-BRIQ Ayıklama Yöntemi ve Bu Yöntemle Yakıt Eldesinin İşlem Akım Şeması.

15 11 2005

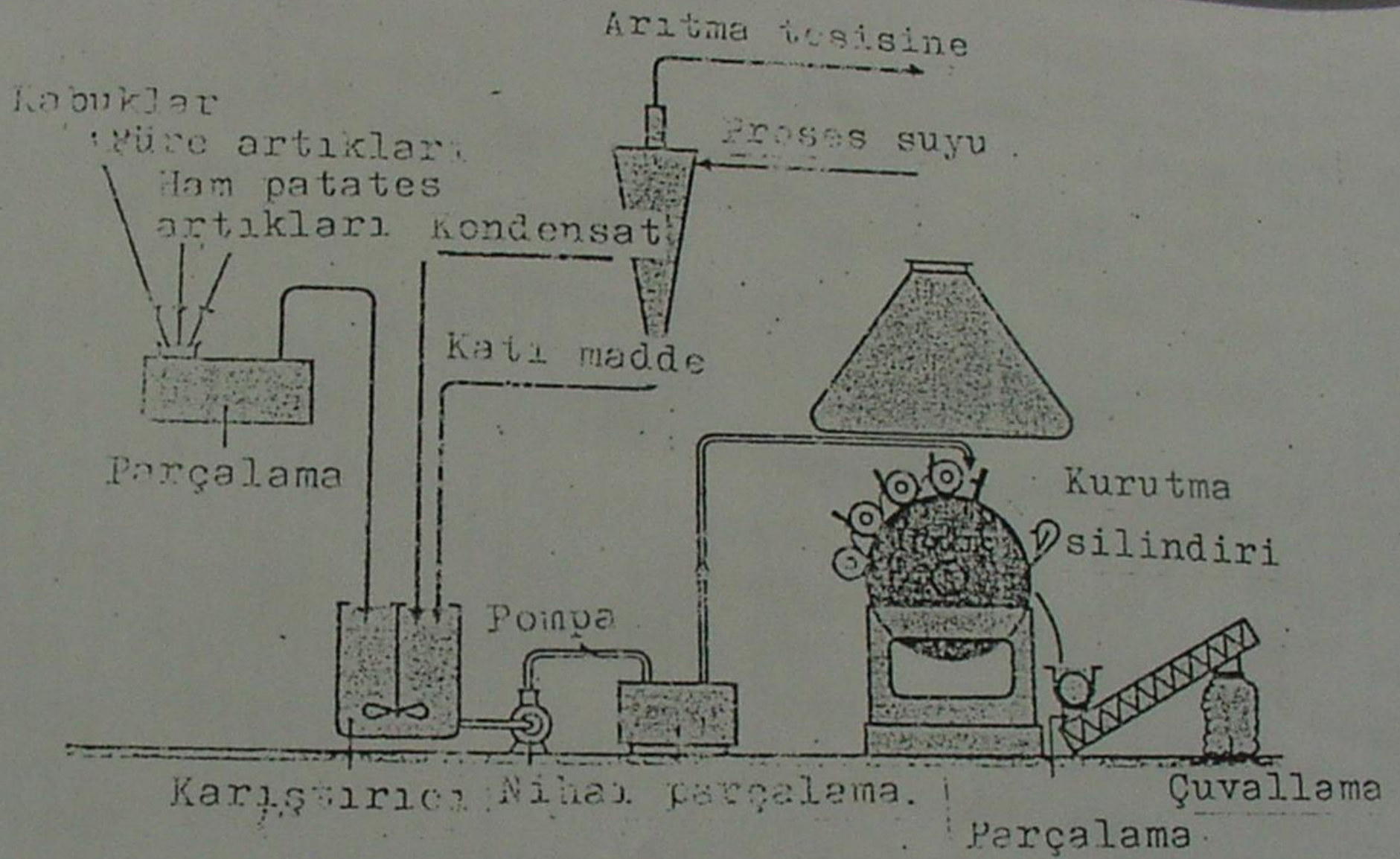


Şekil:6.2/B BÜHLER-MINQ Ayıklama Yöntemi ve Bu Yöntemle Yakıt Eldesinin İşlem Akım Şeması.

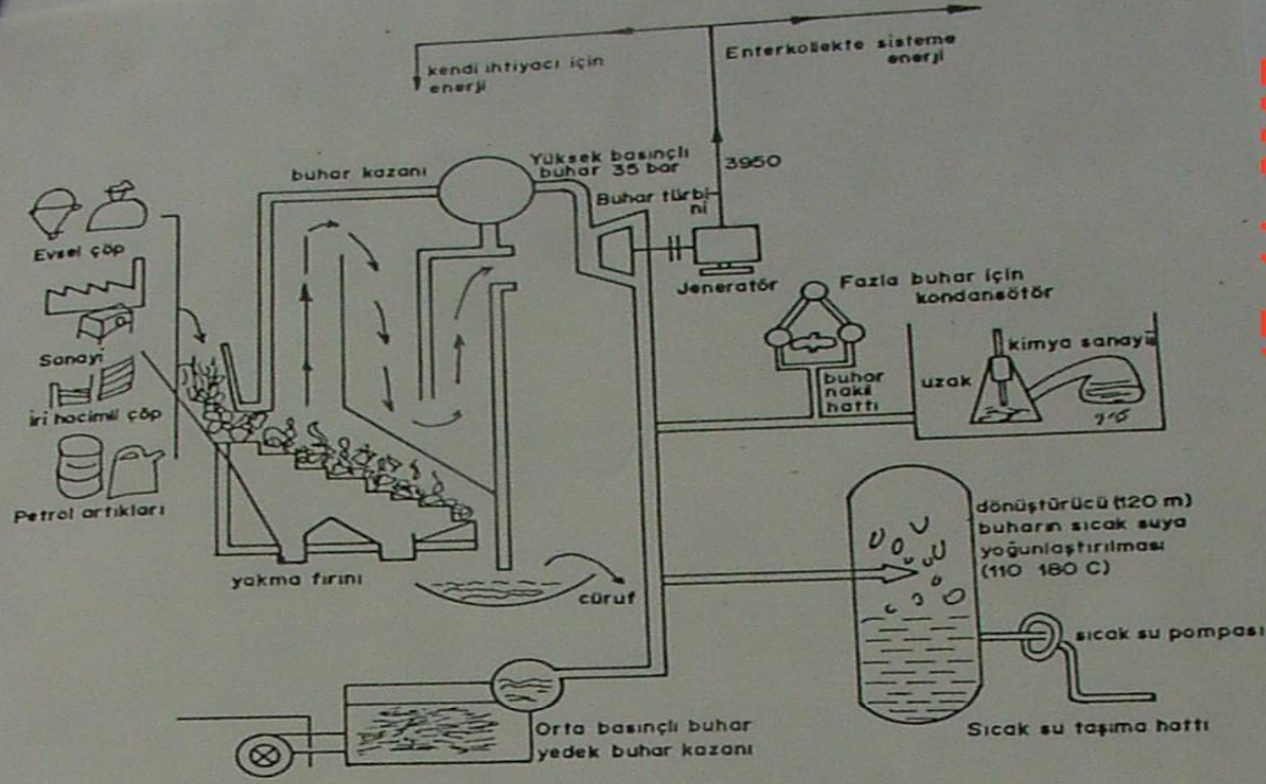


Şekil: 6 2/c Bileşik Ayıklama Yönteminin Uygulandığı Bir Tesiste İşlem Akım Şeması.

15 11 2005

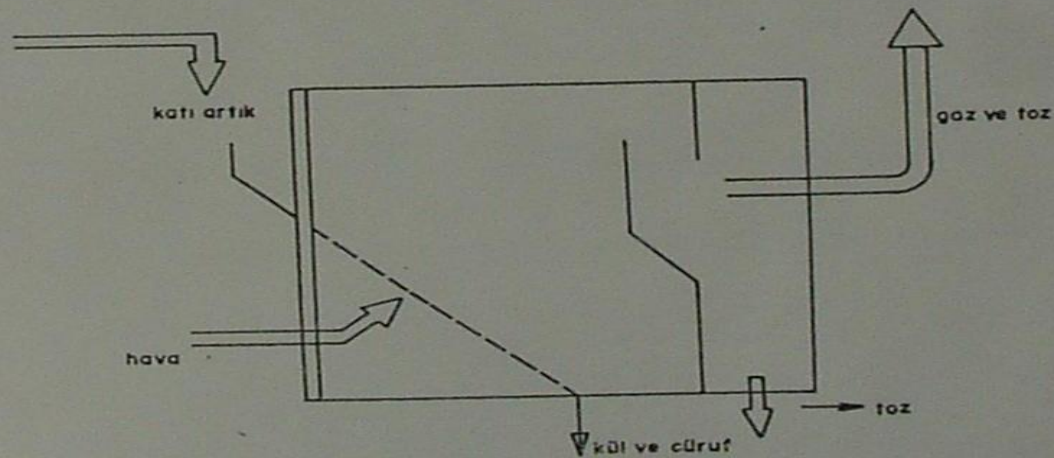


Şekil: 43. Patates artıklarını işleme tesisi

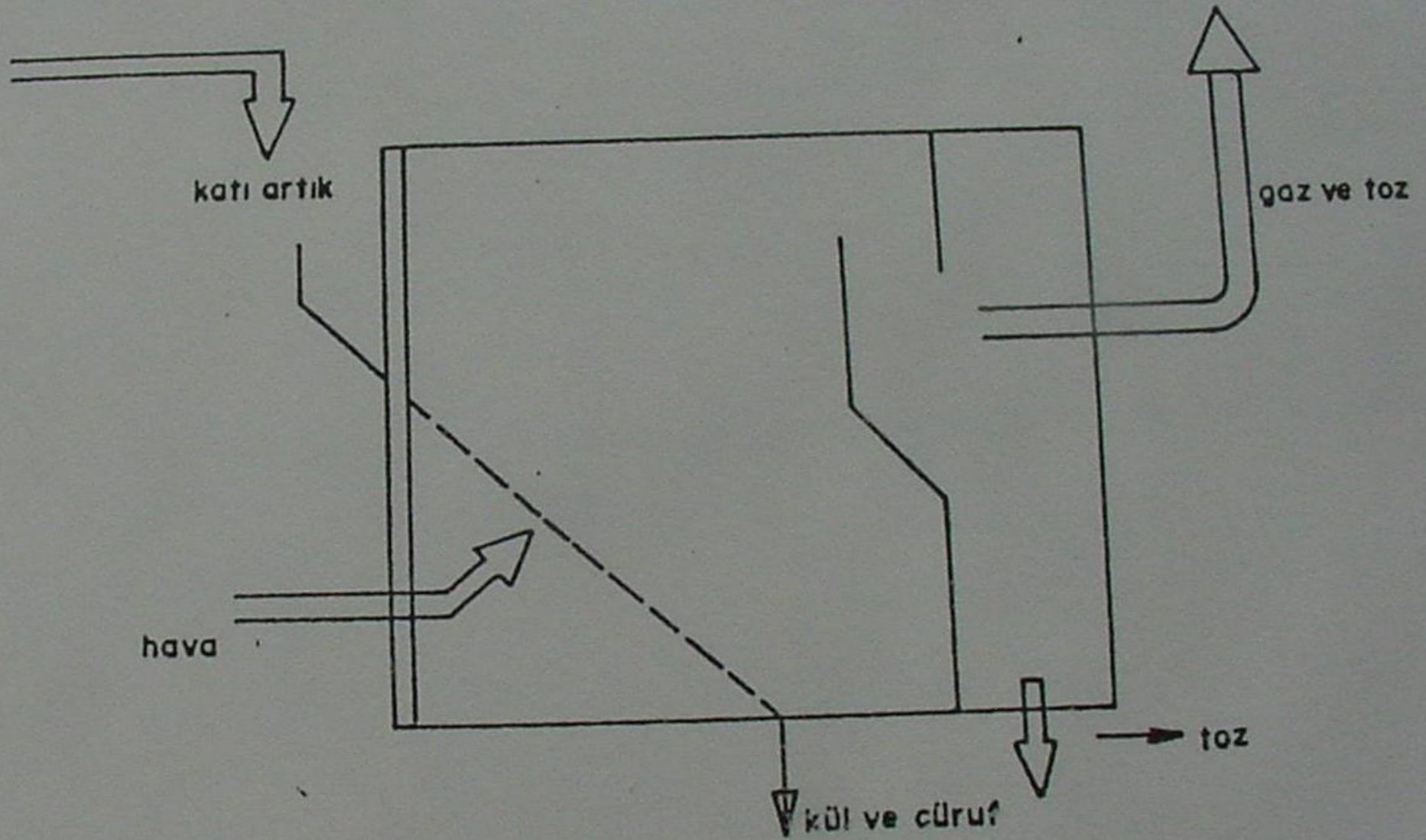


15 11 2005

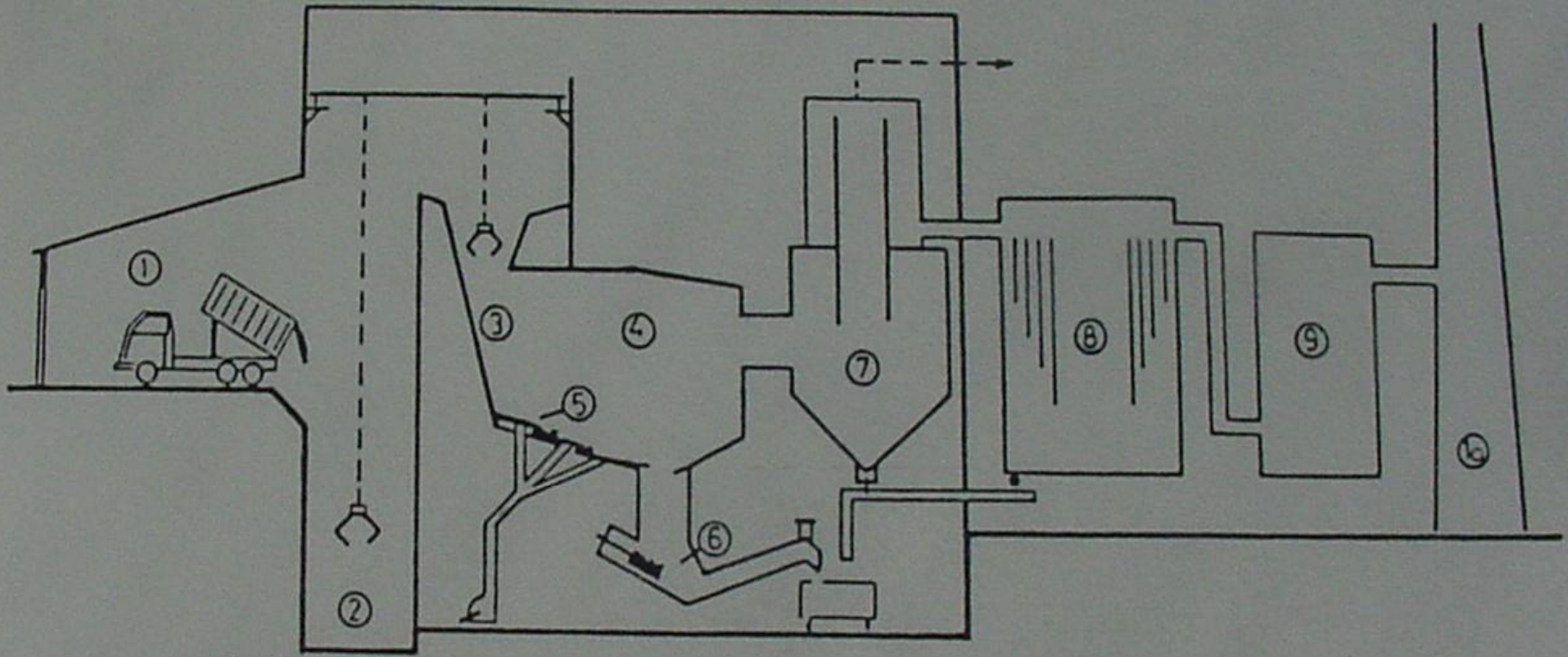
Şekil 8.1. Enerjisi çok amaçlı kullanılabilen yakma tesisi



Şekil 8.2 Yanmada madde blançosu



Şekil 8.2 Yanmada madde blançosu

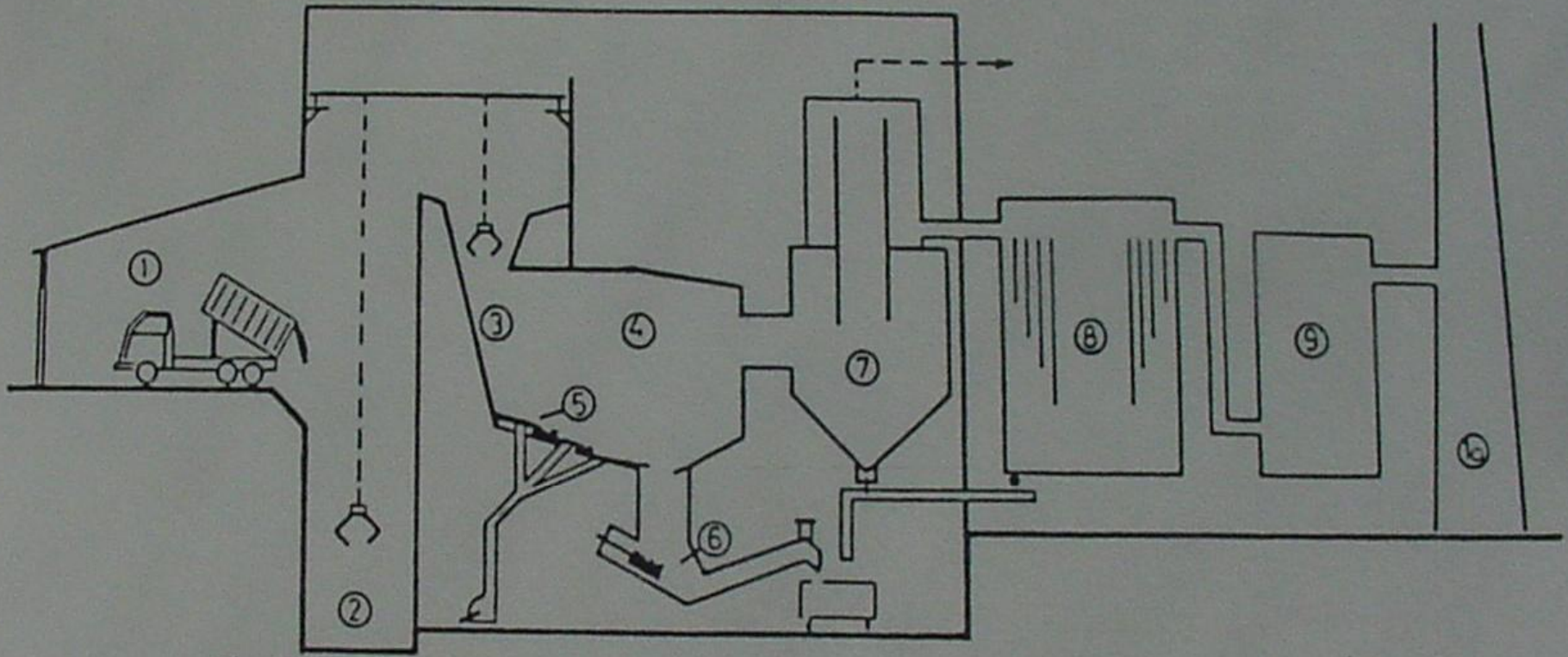


Ek-8.2

Şekil : Bir çöp yakma tesisinin üniteleri

- | | | |
|------------------------|----------------------------|------------------------|
| 1 Çöp boşaltma haznesi | 4 Yakma odası | 7 Buhar kazanı |
| 2 Çöp bunkerı | 5 Yakma ızgarası | 8 Elektrofiltre |
| 3 Çöp besleme konısı | 6 Kül .curuf uzaklaştırıcı | 9 Dumangazı yıkayıcısı |
| | | 10 Baca |

15 11 2005

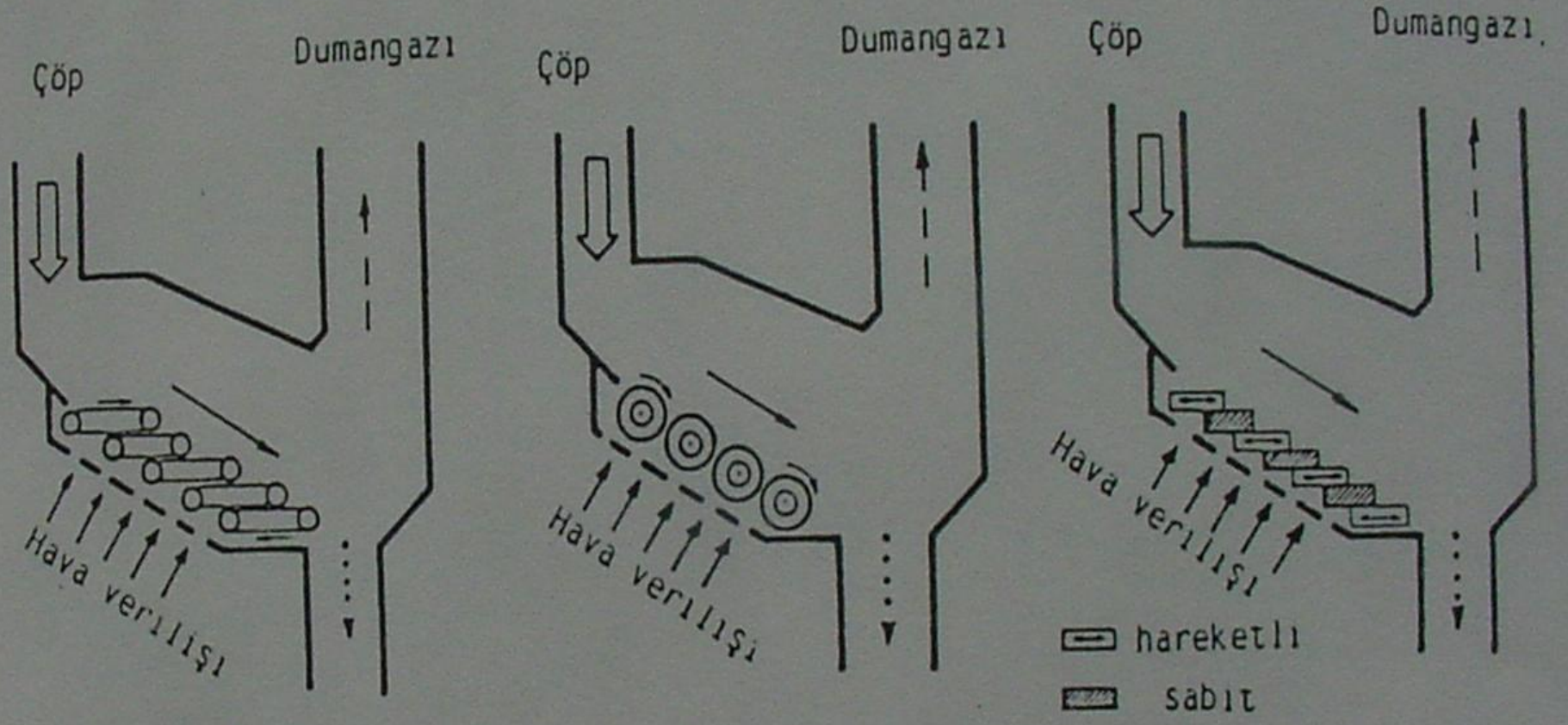


Ek-8.2

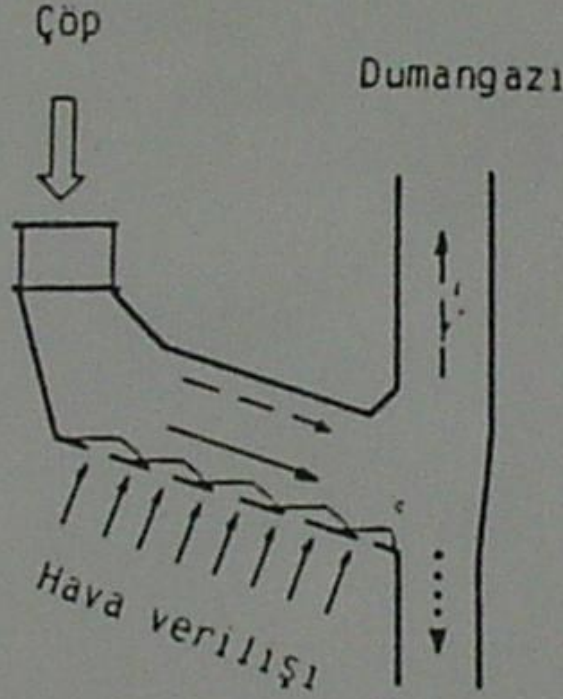
Şekil : Bir çöp yakma tesisinin üniteleri

- | | | |
|------------------------|----------------------------|------------------------|
| 1 Çöp boşaltma haznesi | 4 Yakma odası | 7 Buhar kazanı |
| 2 Çöp bunkerı | 5 Yakma ızgarası | 8 Elektrofiltre |
| 3 Çöp besleme konısı | 6 Kül .curuf uzaklaştırıcı | 9 Dumangazı yıkayıcısı |
| | | 10 Baca |

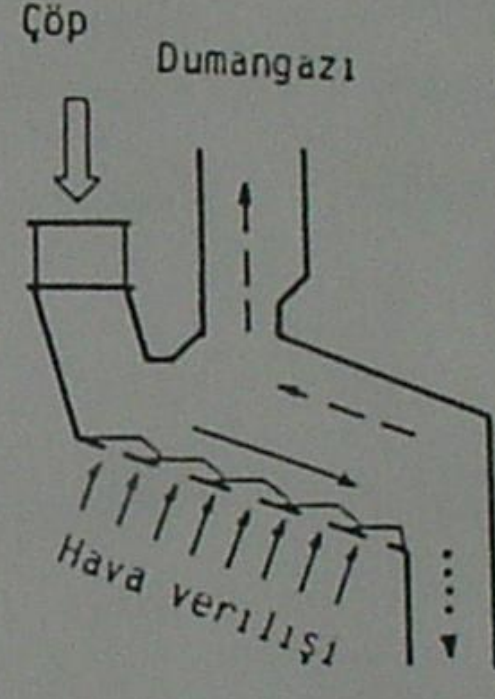
15 11 2005



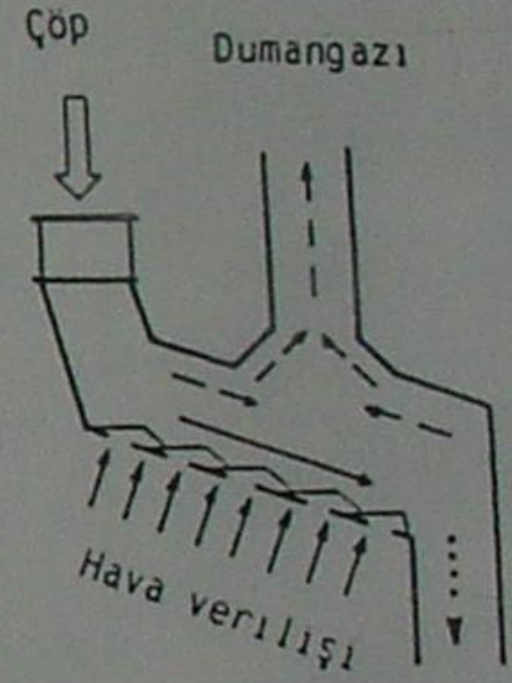
Şekil Ek:83 Öne itmeli ızgara . silindirik ızgara. hareketli ızgara



Aynı yönlü akım prensibi



Karşı yönlü akım prensibi

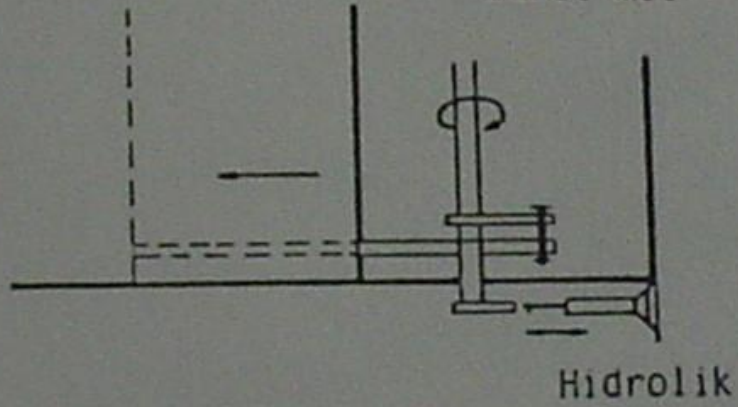


Aynı ve karşı yönlü akım prensibi

Şekil Ek-1.4 : Yanma odasının tasarımına örnekler

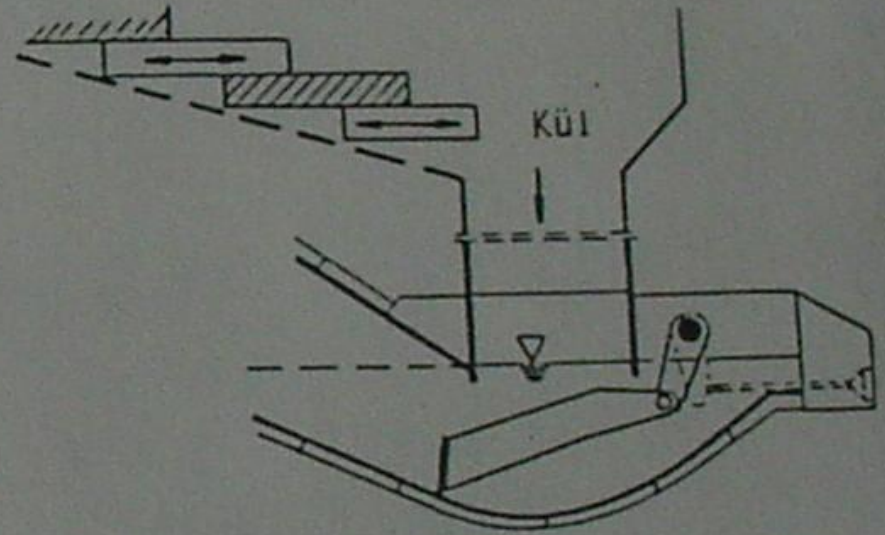
Kesit

Sabit mil

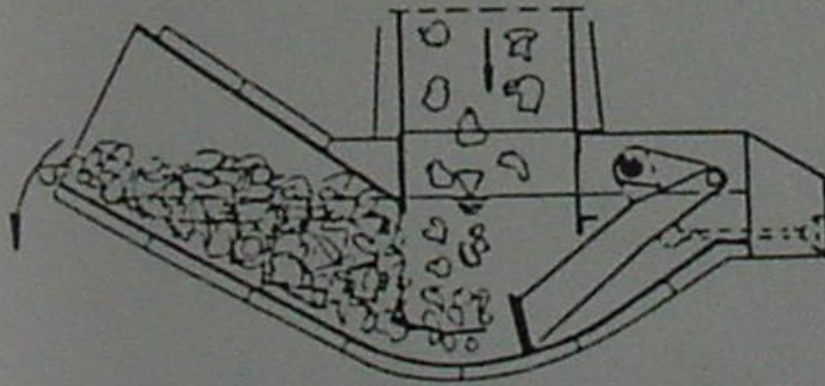


Yanma odasına
bağlantısı

Kül



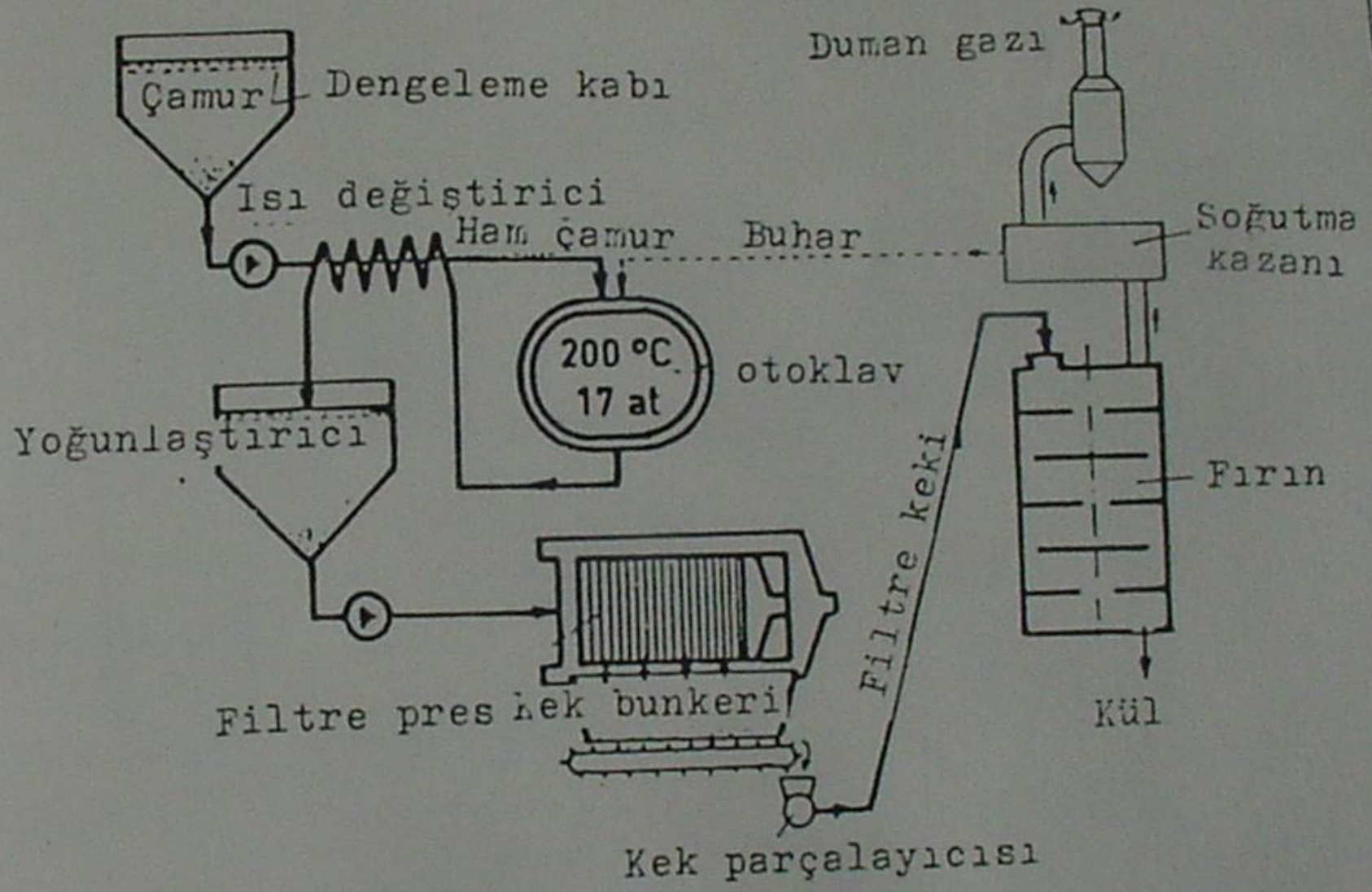
Kül



Şekil 1: Kül ve curuf uzaklaştırma mekanizması

% Su içeriği	Taze çamur		Çürük çamur
	95	85	90
Çöp ısısı	260000	260000	260000
Çamur ısısı:	67000	67000	17000
	327000	327000	277000
Tek kademe su buharlaştırma	- 532000	- 160000	- 126000
Kalan ısı kcal /EJ	- 205000	+ 167000	+ 151000
İki kademe	- 133000	- 40000	- 32000
Kalan ısı kcal/EJ	+ 194000	+ 287000	+ 245000

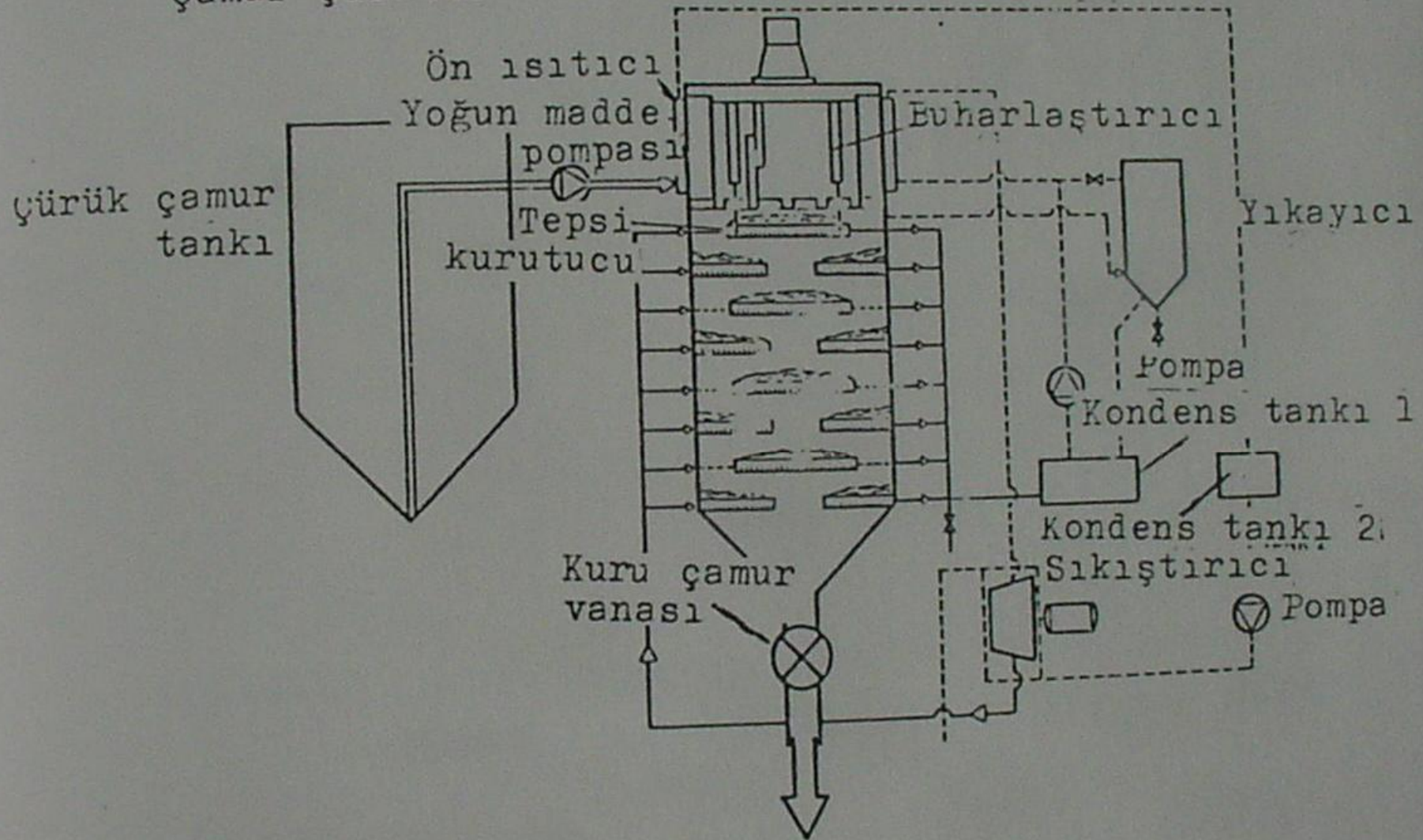
% Su içeriği	Taze çamur		Çürük çamur
	95	85	90
Çöp ısısı	260 000	260 000	260 000
Çamur ısısı:	67 000	67 000	17 000
	327 000	327 000	277 000
Tek kademe su buharlaştırma	- 532 000	- 160 000	- 126 000
Kalan ısı kcal /EJ	- 205 000	+ 167 000	+ 151 000
İki kademe	- 133 000	- 40 000	- 32 000
Kalan ısı kcal/EJ	+ 194 000	+ 287 000	+ 245 000



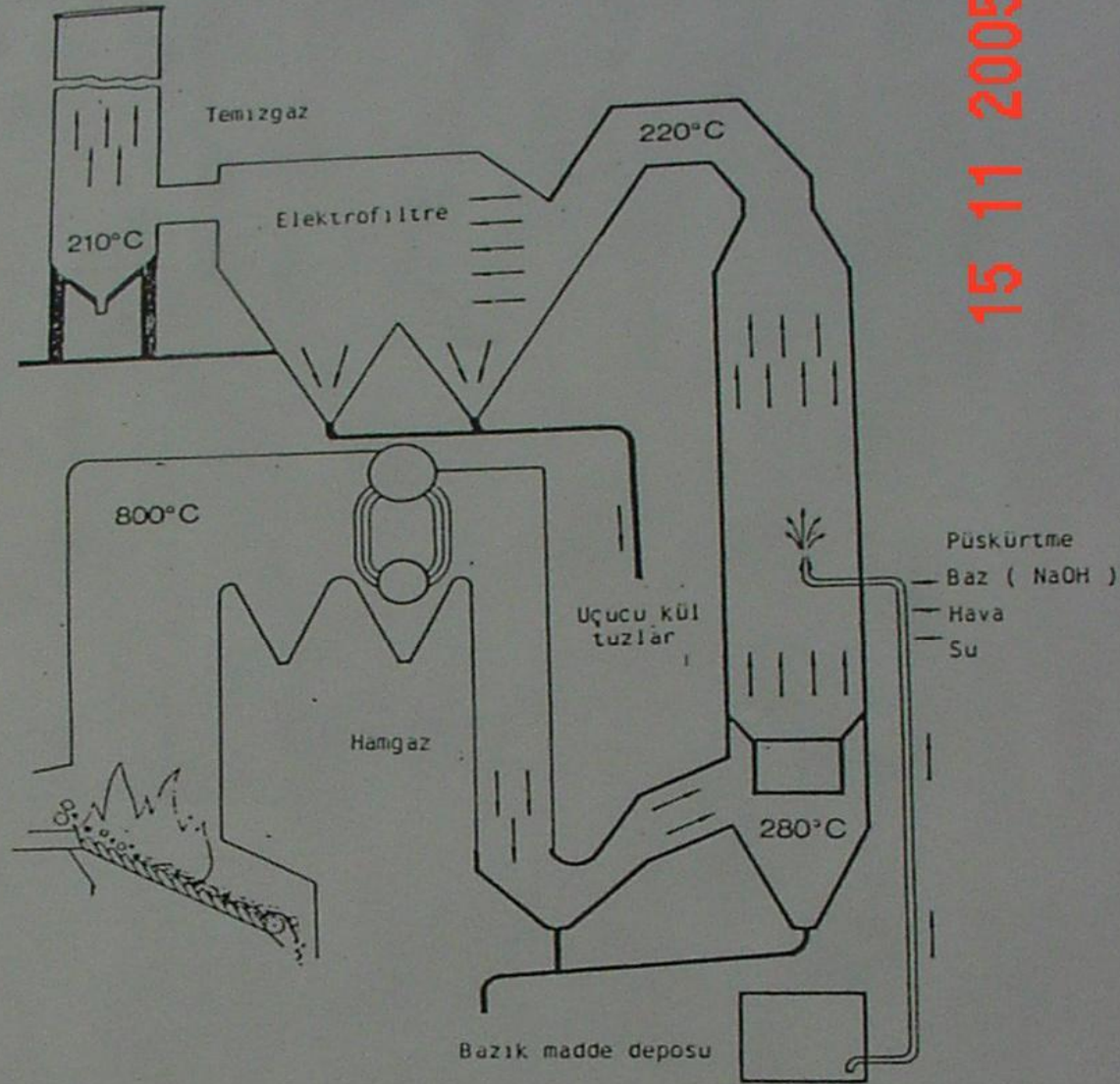
şekil: Ek-8.7. Arıtma çamurunun otoklav iřlemi

Çamur çürütme

Çamur kurutucu Isı değeriendirme

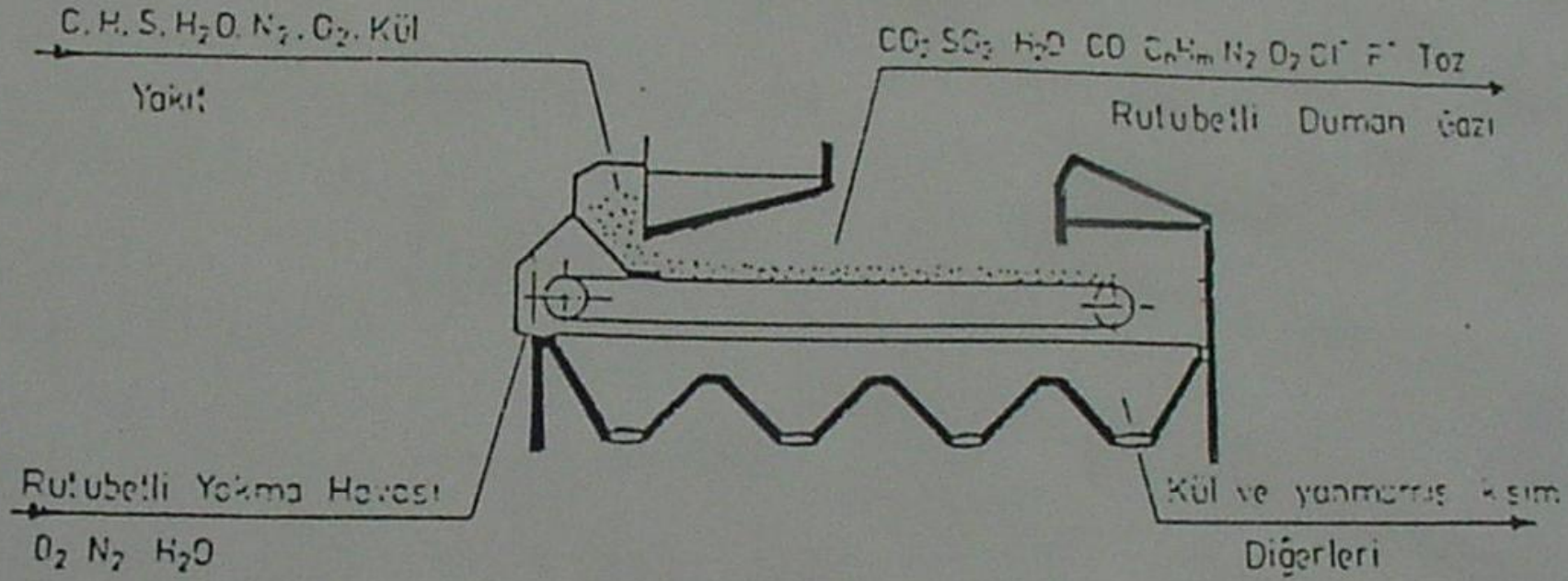


Şekil 11: Katlı kurutucu



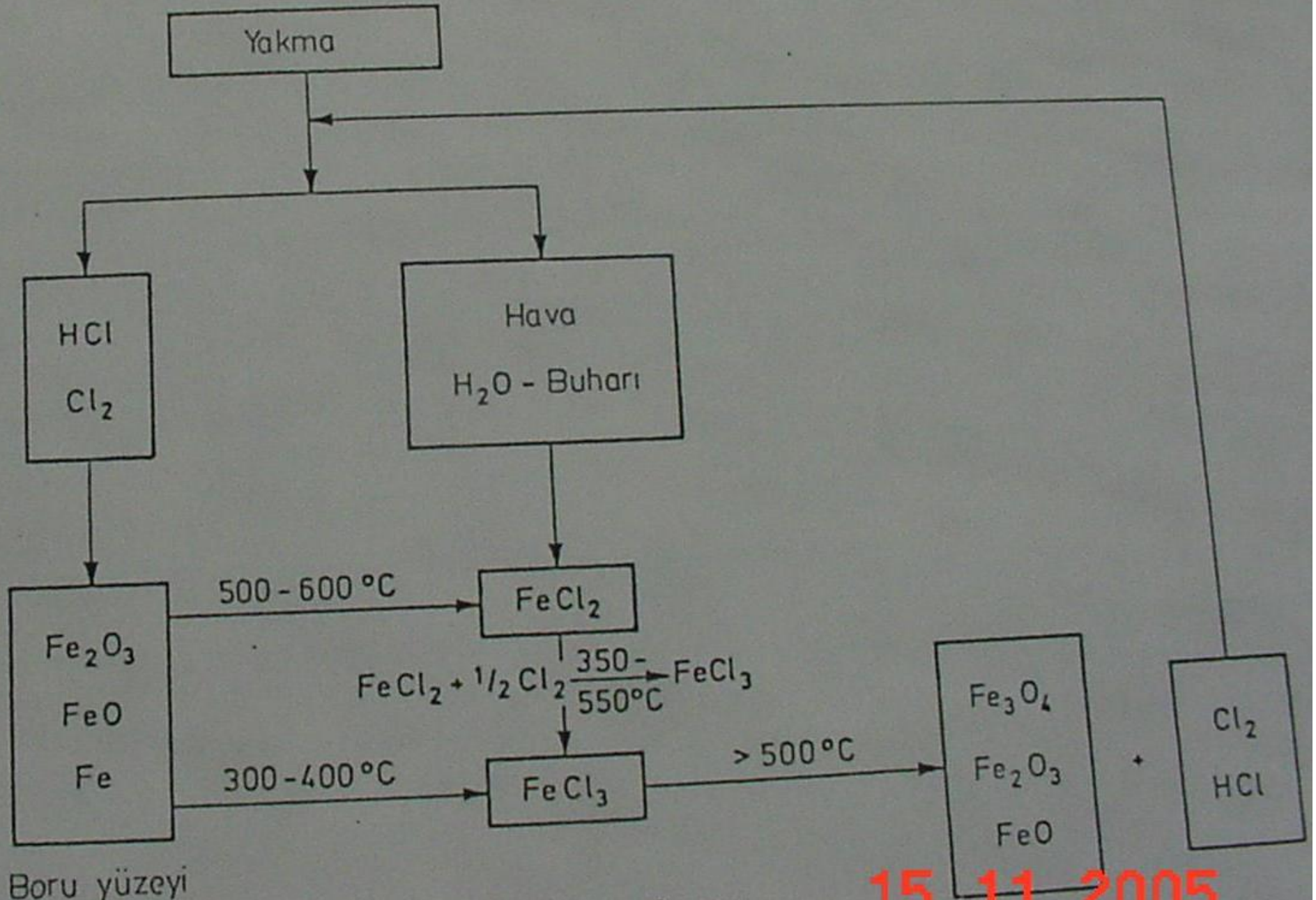
15 11 2005

Şekil E12.9. Zararlı kimyasal maddelerin NaOH ile nötralize edilmesi , tuz ve tozların elektrofiltrede tutulması



SEKİL Ek-9.10: YANMA ODASINDA MADDE DÖNÜŞÜMÜ

15 11 2005



Boru yüzeyi

Şekil Fk-6.11 HCl ve/veya Cl₂ korrozyonunun oluşumu

15 11 2005

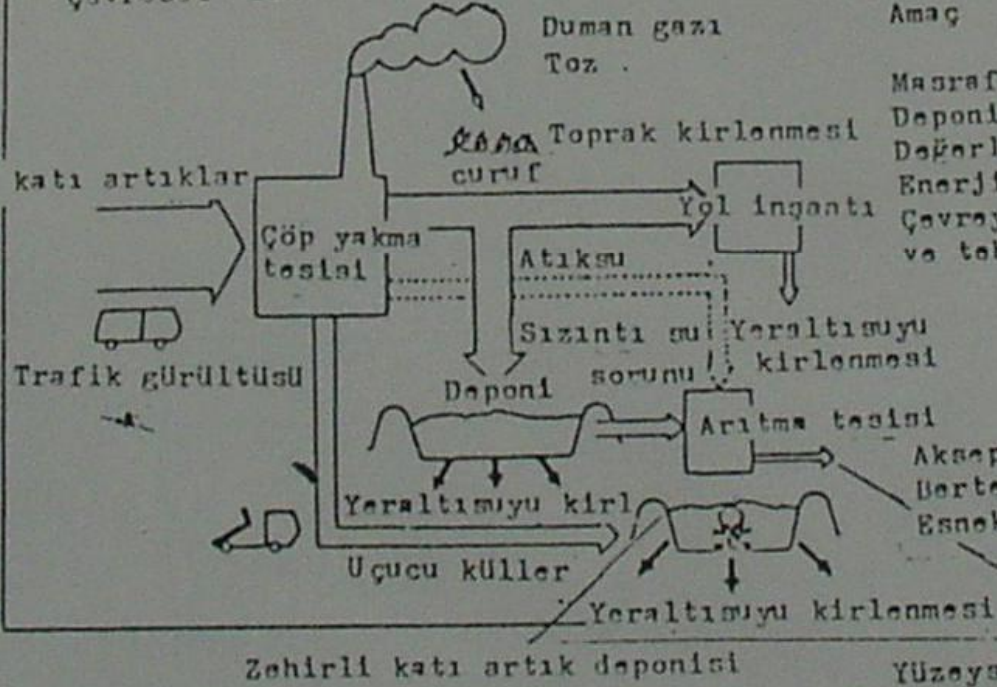
Paydaları

- Çöp ve katı artık hacminin azaltılması
- Uzaktan ısıtma (Merkezi ısıtma)
- Elektrik enerjisi elde edilmesi

Zararları

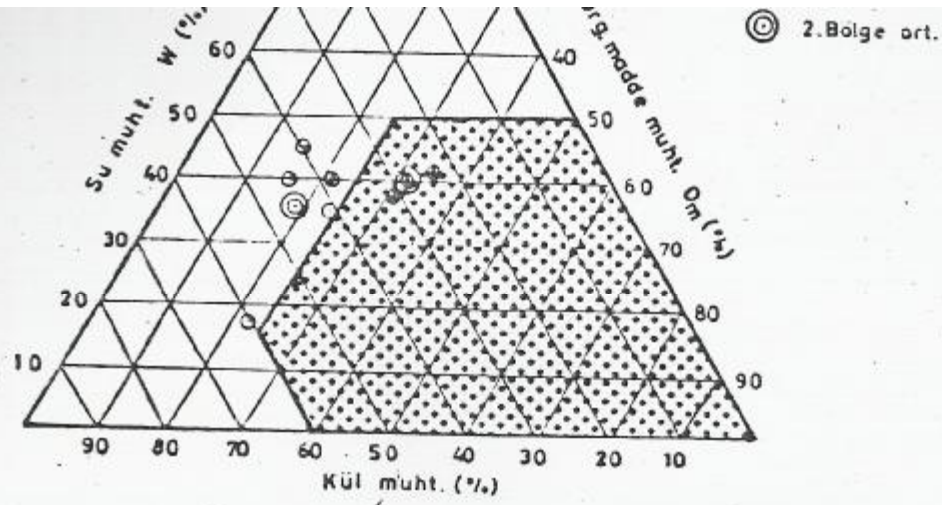
- Su ve hava kirlenmesi
- Yüksek teknoloji gerektirmesi
- Sadece büyük tesis olarak verimli
- Çöp ve katı artık oluğmamasını engellemekte

Çevresel Yükleri

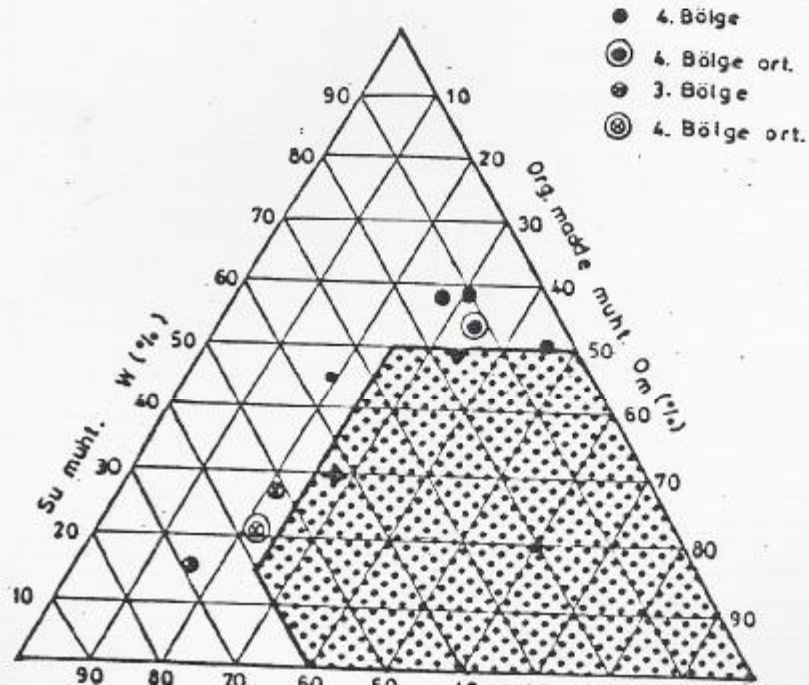


Şekil E-12: Yakma tesisinin çevresel etkilerine genel bir bakış

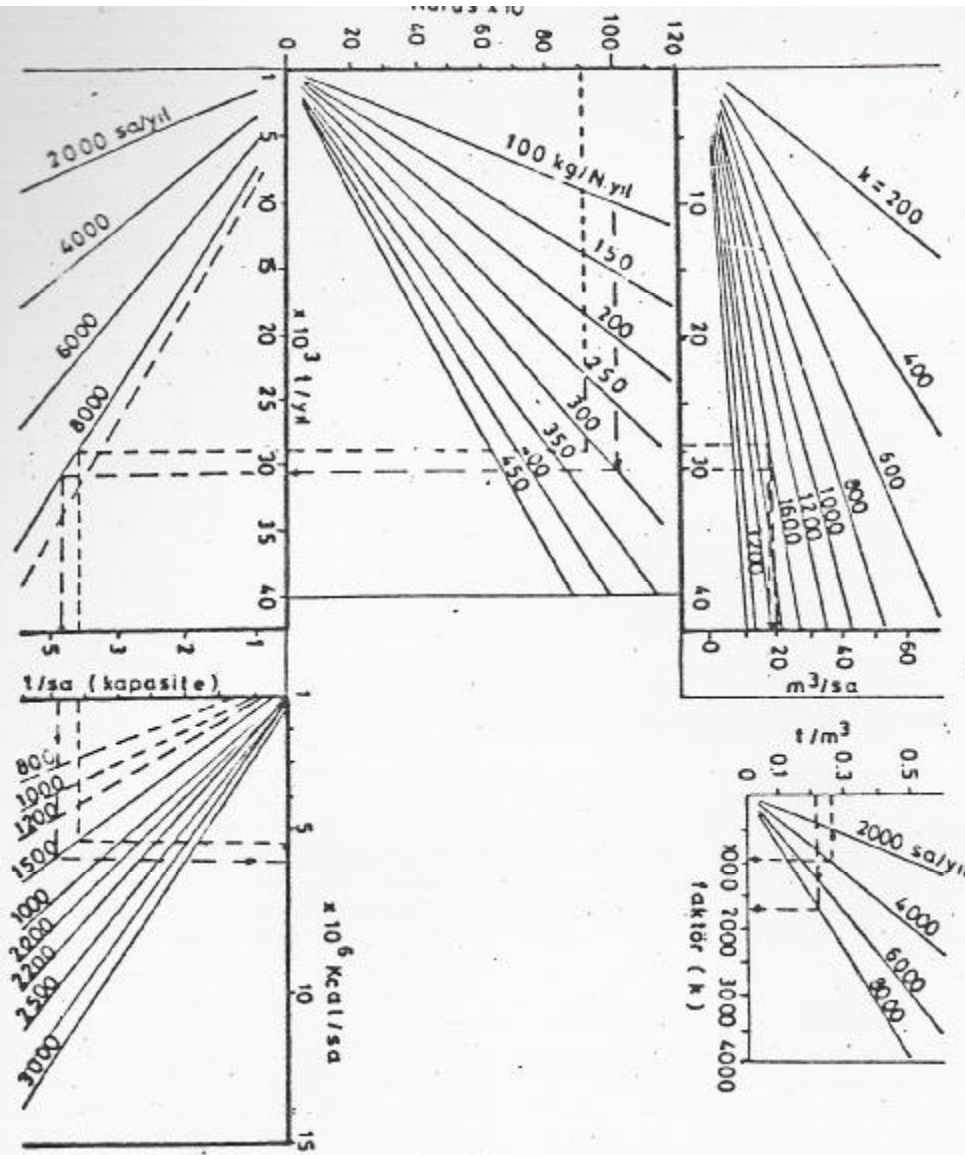
15 11 2005



I. ve II. Bölge (fakir ve orta tabaka) Katı Artıklarının
Tanner Üçgenindeki Yeri.

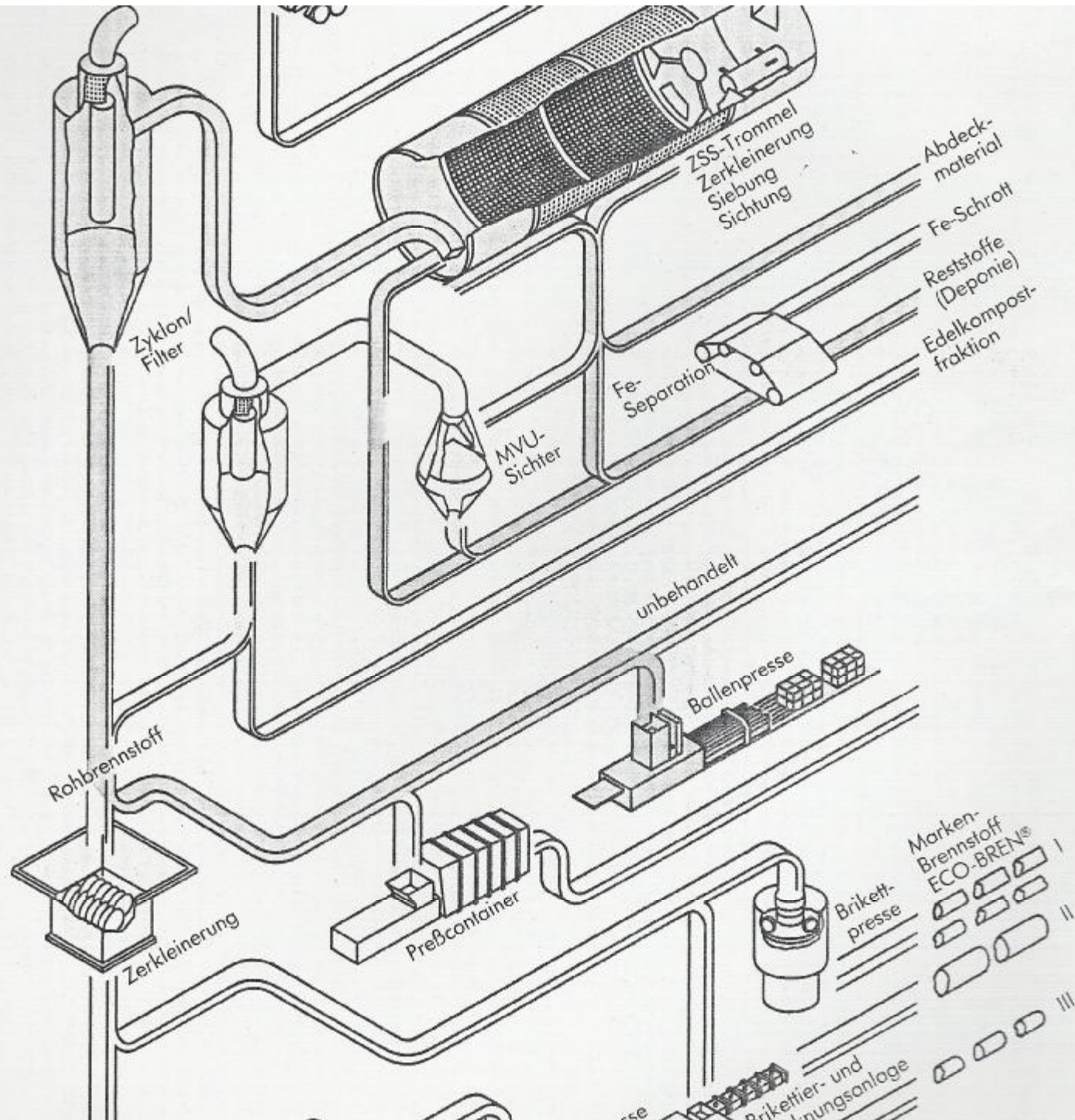


f 20 Sm
f 60 om
f 20 iom

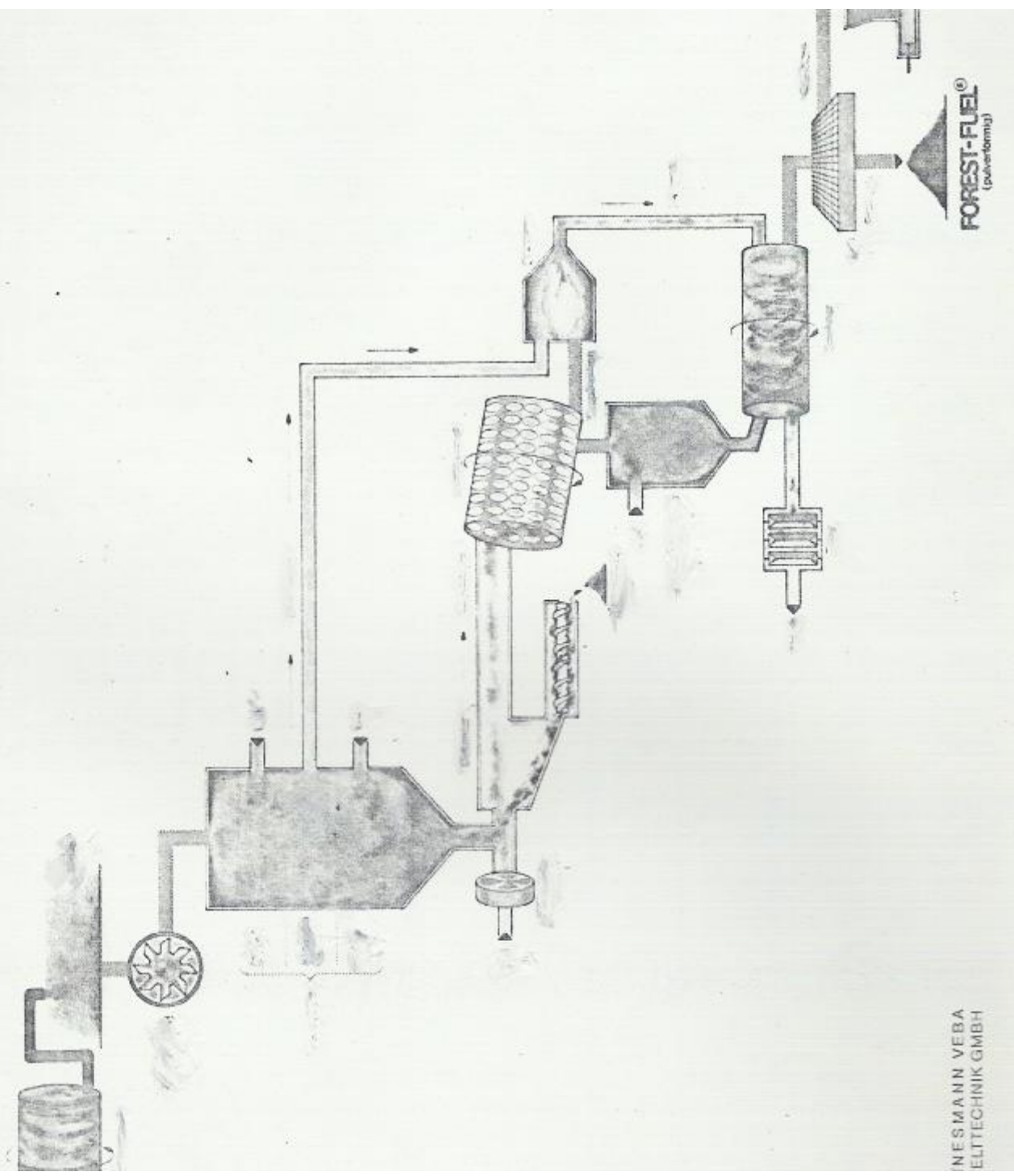


Yakma Tesisi Kapasitesi ile İlgili Bir Nomoğram(60).

5.1.4. Tanner Üçgeni İle Katı Artıkların Yanabilirliğinin Tesbiti

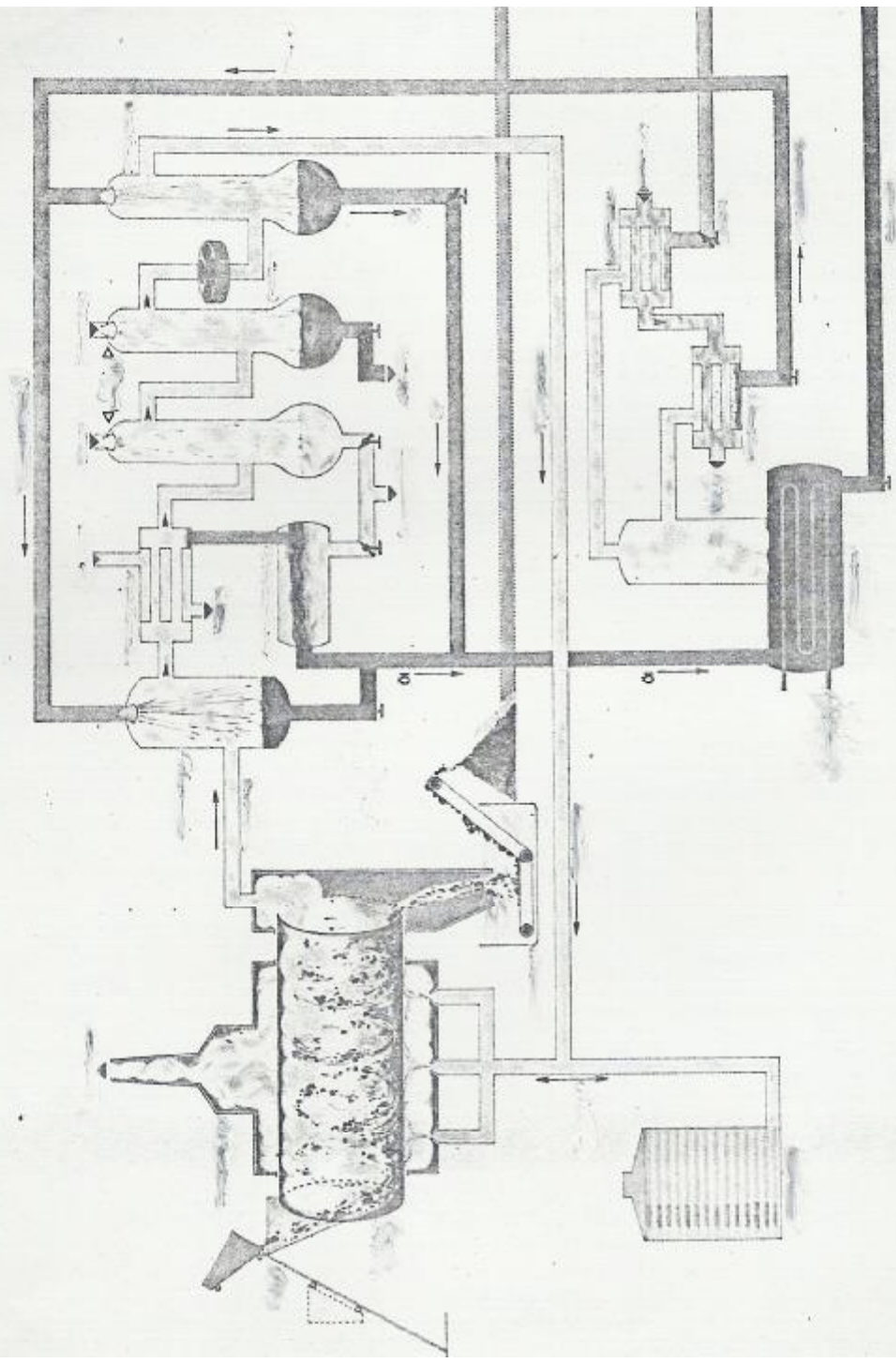


STOFFE FOREST-FUEL®/AGRO



NESMANN VEBA
ELITECHNIK GMBH

ATISCHE ROHSTOFFRÜCKGEW

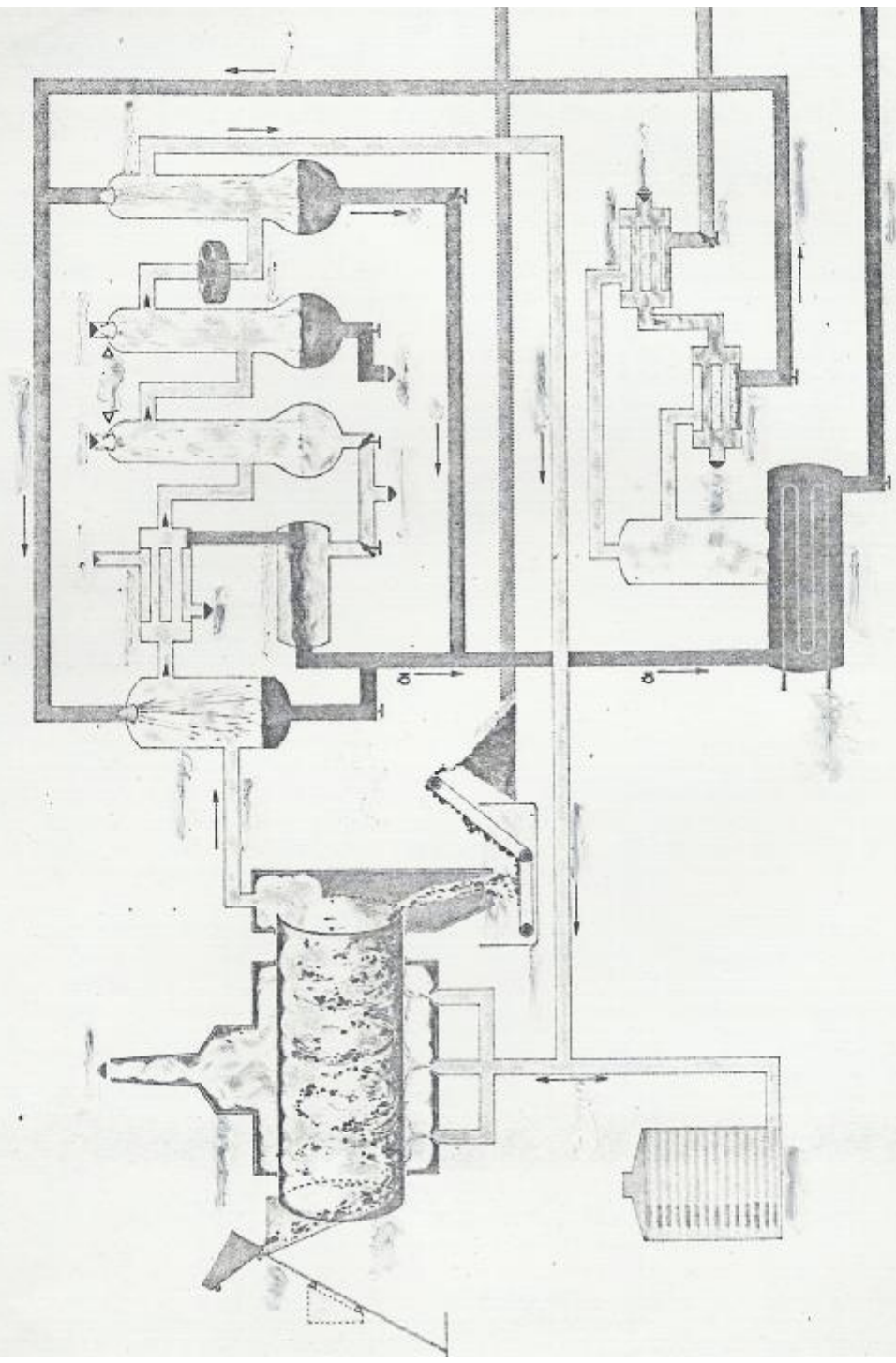


STOFFE

PROZESS

MI

ATISCHE ROHSTOFFRÜCKGEW



STOFFE

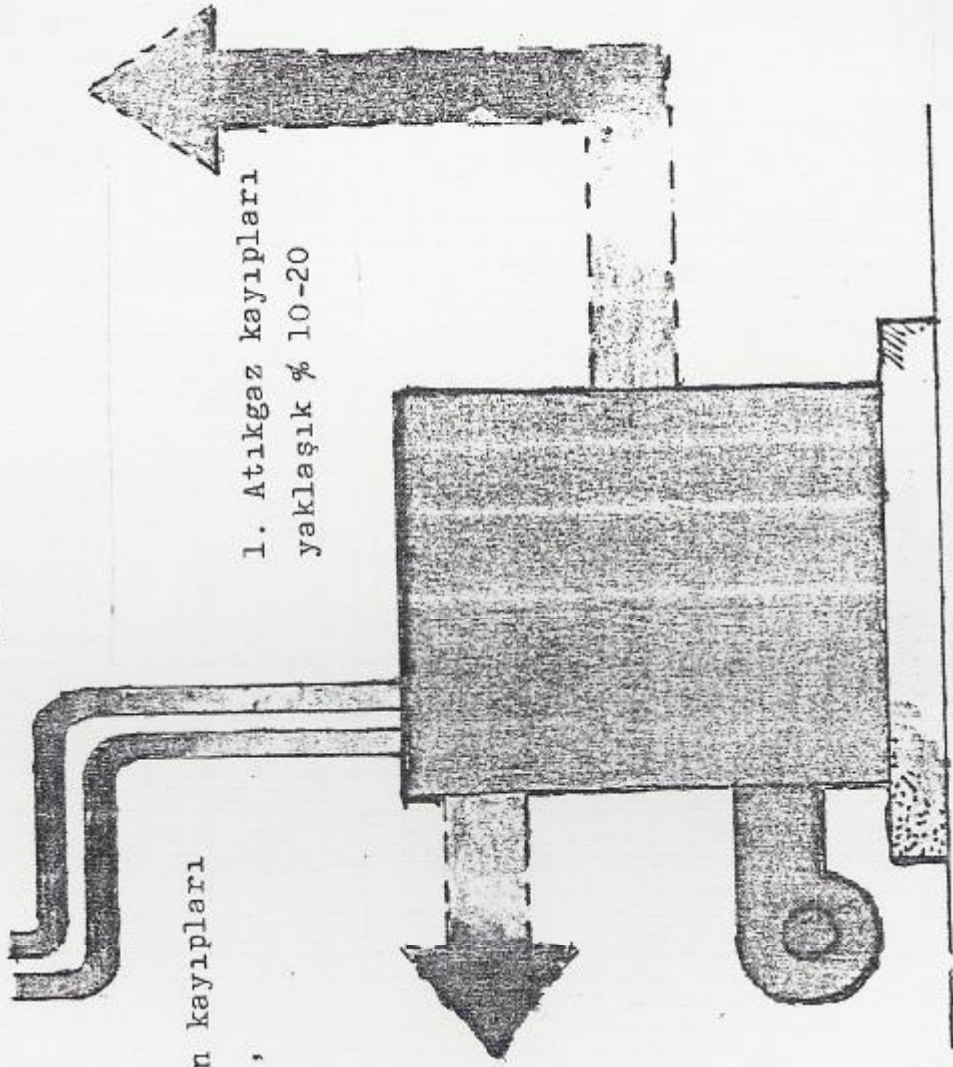
PROZESS

MI

3. Transpört kayıpları
% 6 -10

2. Kazan kayıpları
% 4-10 ,

1. Atıkgaz kayıpları
yaklaşık % 10-20



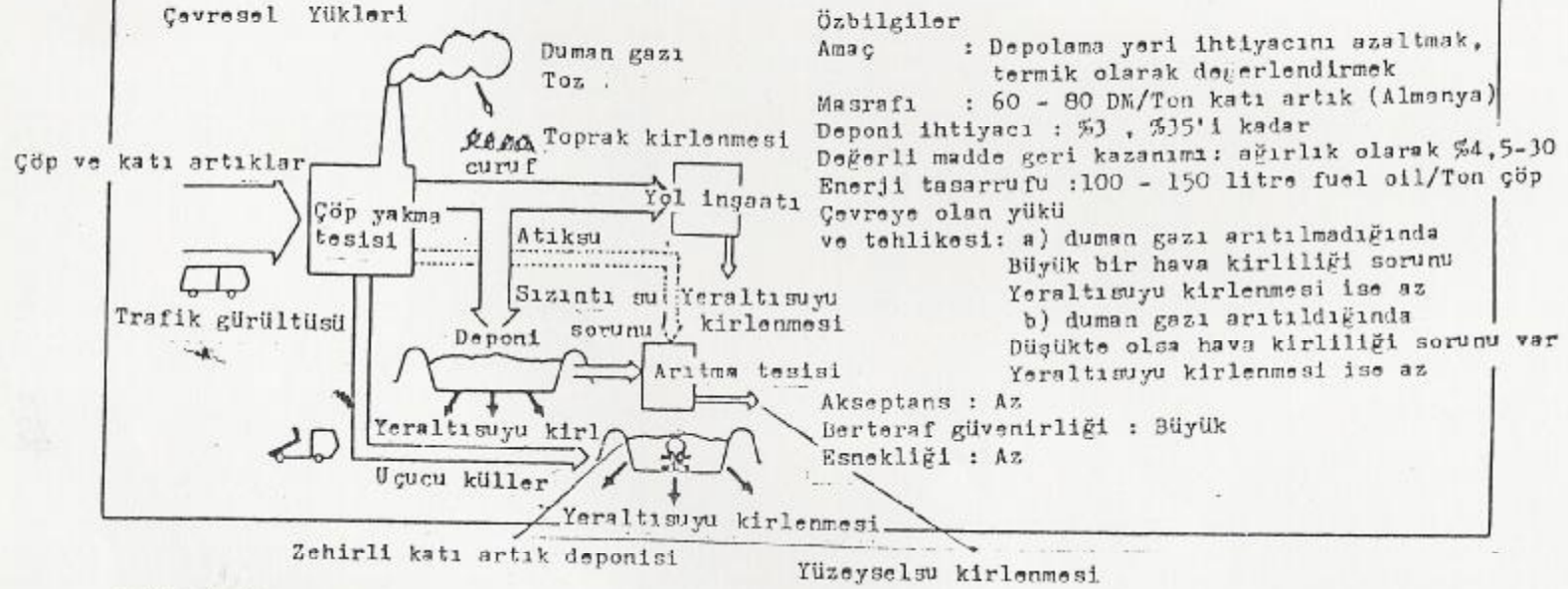
Şekil : Belli başlı ısı kayıpları

Faydaları

- Çöp ve katı artıkların hacminin azaltılması
- Uzaktan ısıtma (Merkezi ısıtma)
- Elektrik enerjisi elde edilmesi

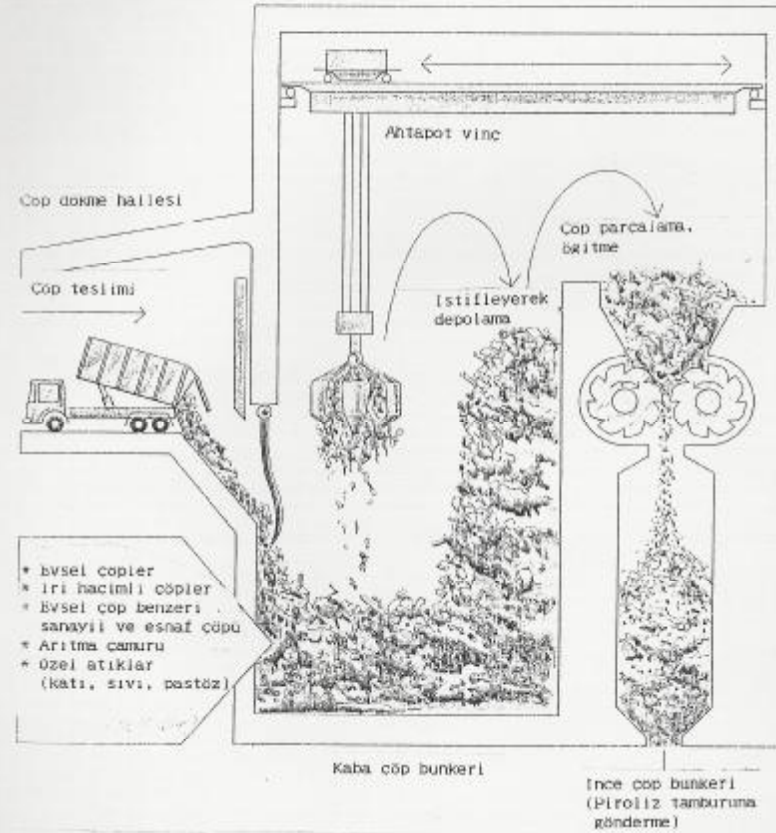
Zararları

- Su ve hava kirlenmesi
- Yüksek teknoloji gerektirmesi
- Sadece büyük tesis olarak verimli
- Çöp ve katı artıkların olgunlaşmasını engellemekte

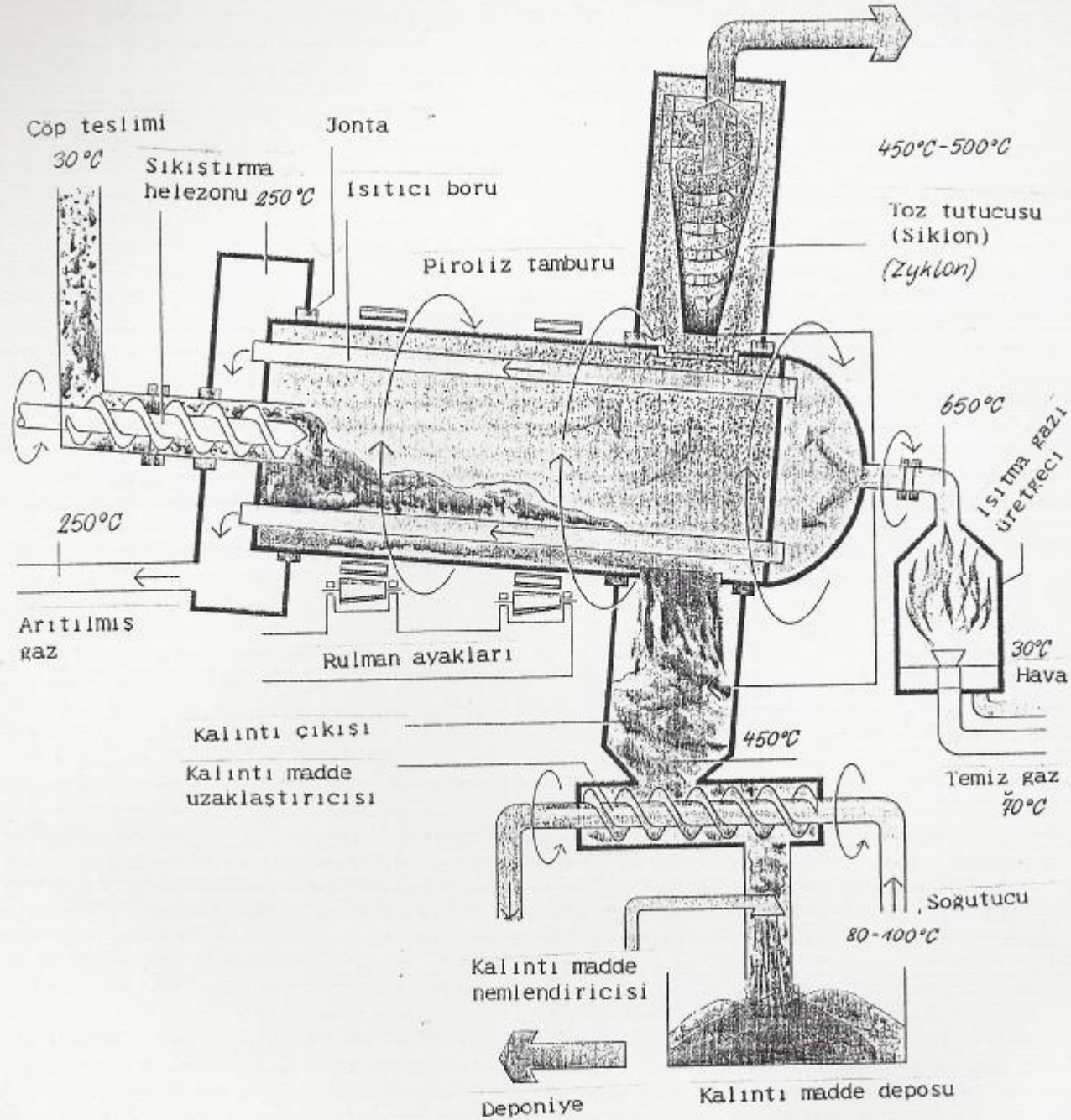


Şekil Ek-2.12: Yakma tesisinin çevresel etkilerine genel bir bakış

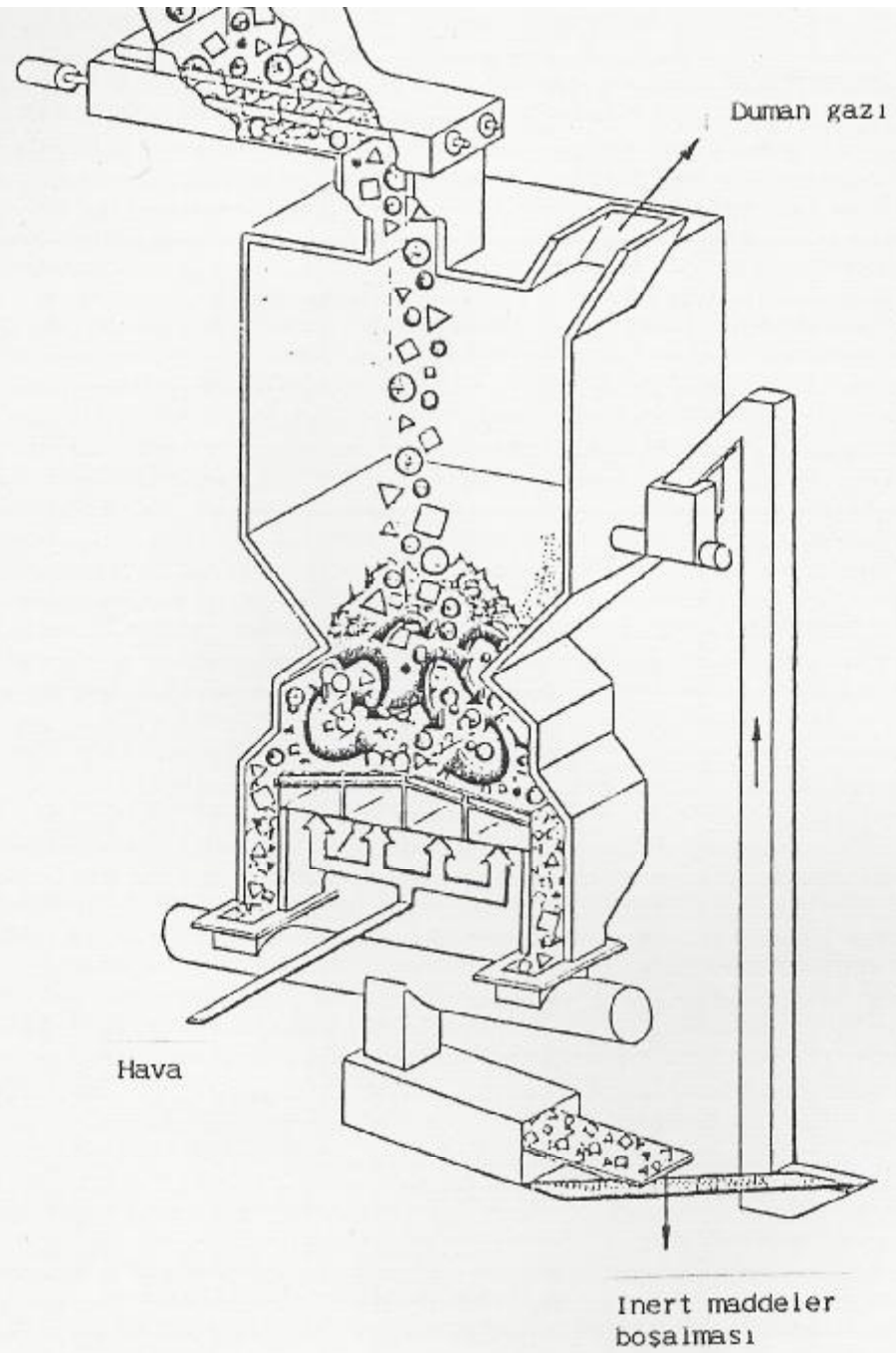
Cöp hazırlanması

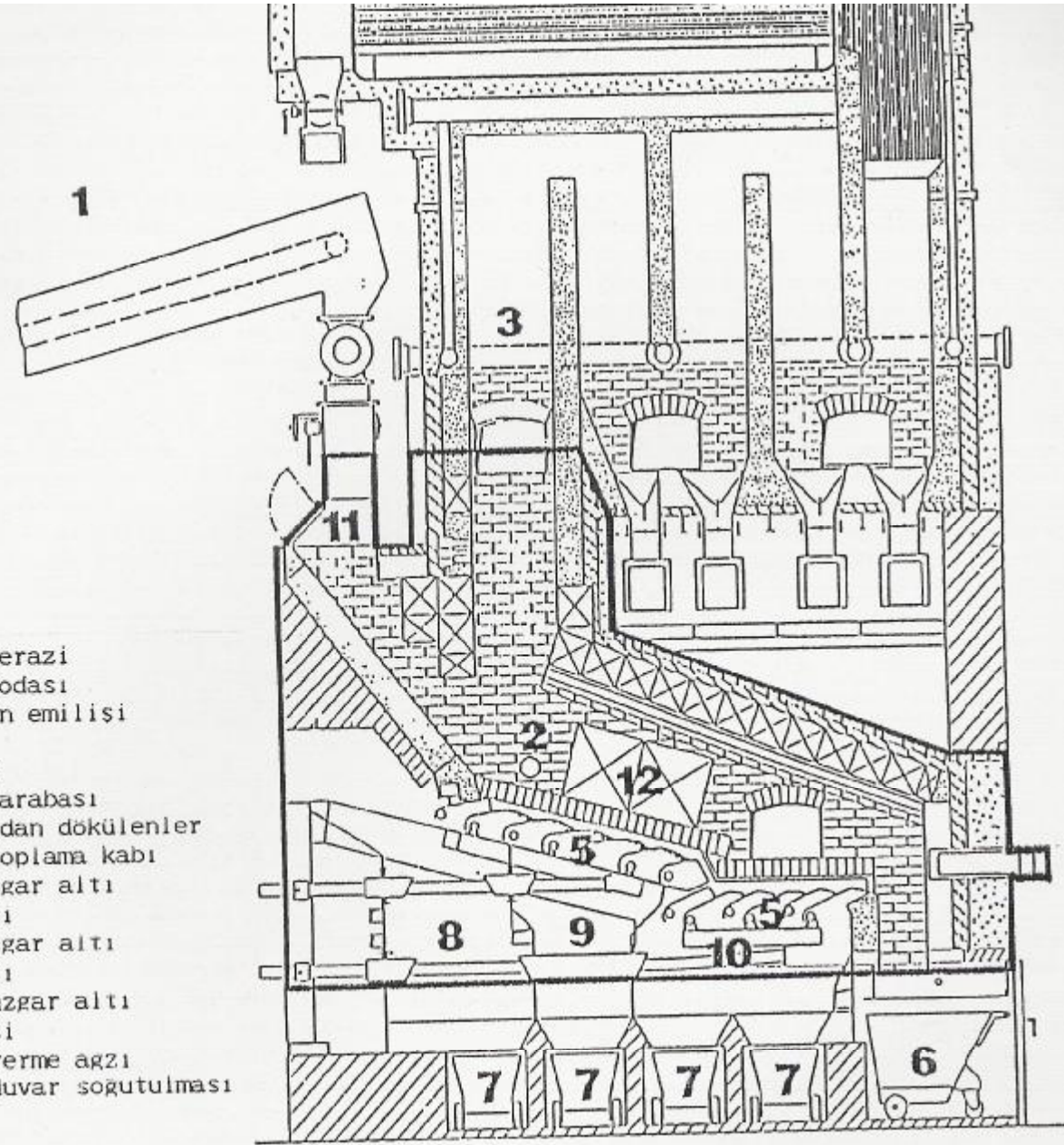


Sekil 2 : Siemens KWL Pirroliz Yönteminin işlem akışında çöp hazırlama yapıları



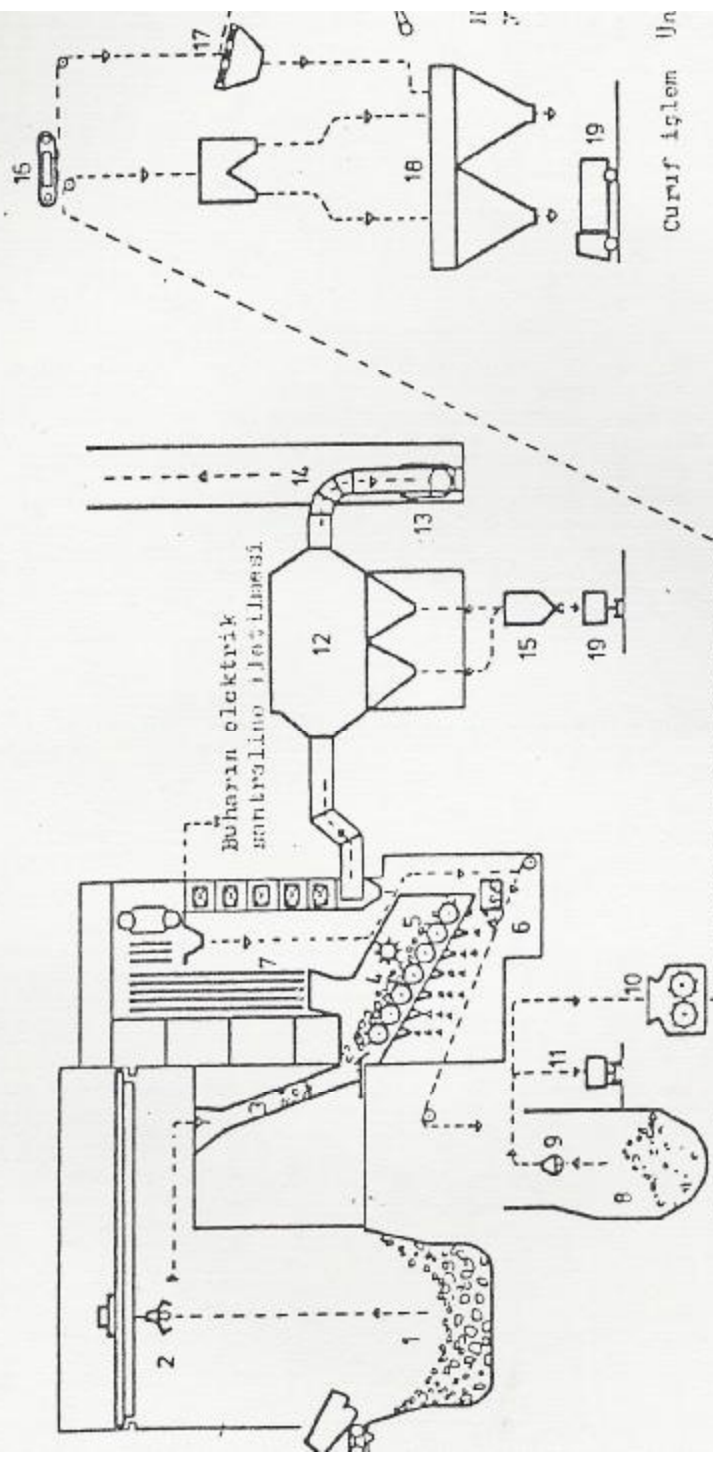
Yıkıcı Nitelikli Müstahzın Ana Reaktör kısmı (Pirroliz tamburu)





1. Band terazi
2. Yanma odası
3. 1. ışın emilişi
4. Kazan
5. Izgara
6. Curuf arabası
7. Izgaradan dökülenler için toplama kabı
8. 1. Rüzgar altı bölgesi
9. 2. Rüzgar altı bölgesi
10. 3. Rüzgar altı bölgesi
11. Çöp verme ağızı
12. Yan duvar soğutulması

— Pilot deney kontrol odası sınırları

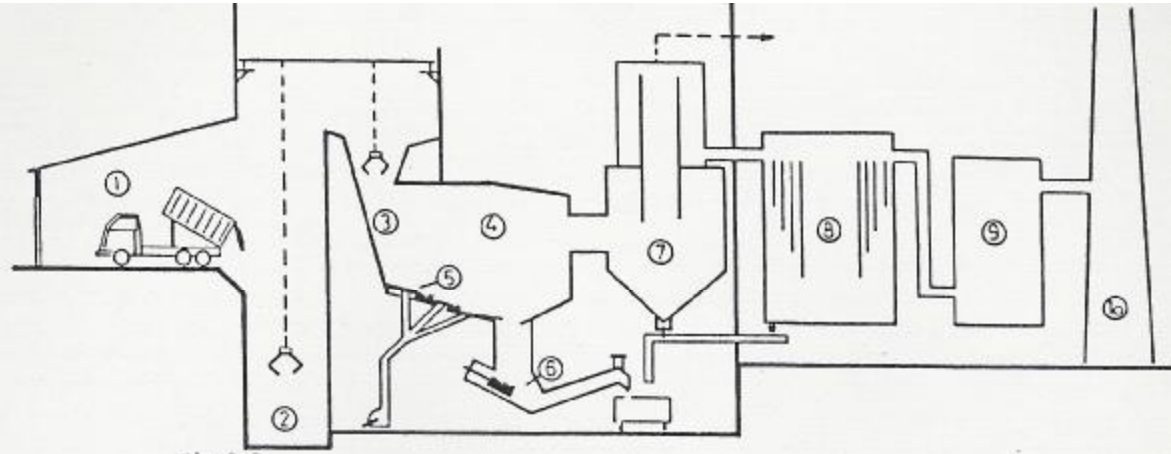


Katı Artık Yakma Ünitesi

Şekil 1.2 :Katı artık yakma tesisinin üniteleri ve işlevleri

- | | | |
|--------------------------|--------------------------------|------------------------|
| 1- Isık | 11- Zorunlu curuf boşaltma | 16- Horda ayarlıca mat |
| 2- Bul vınc | 12- Elektrofıltre | 17- Horda eleği |
| 3- Koneyel | 13- Emici fan | 18- Curuf hıznmesi |
| 4- ve destekleme | 14- Bac | 19- Deponıye taınılar |
| 5- Örü | 15- Pnömatik kül uzaklaştırıcı | |
| 6- Isık | | |
| 7- Bulur üretme kancası | | |
| 8- Curuf depolama boşası | | |
| 9- Curuf taına vıncı | | |
| 10- Çift rotorlu kırıcı | | |

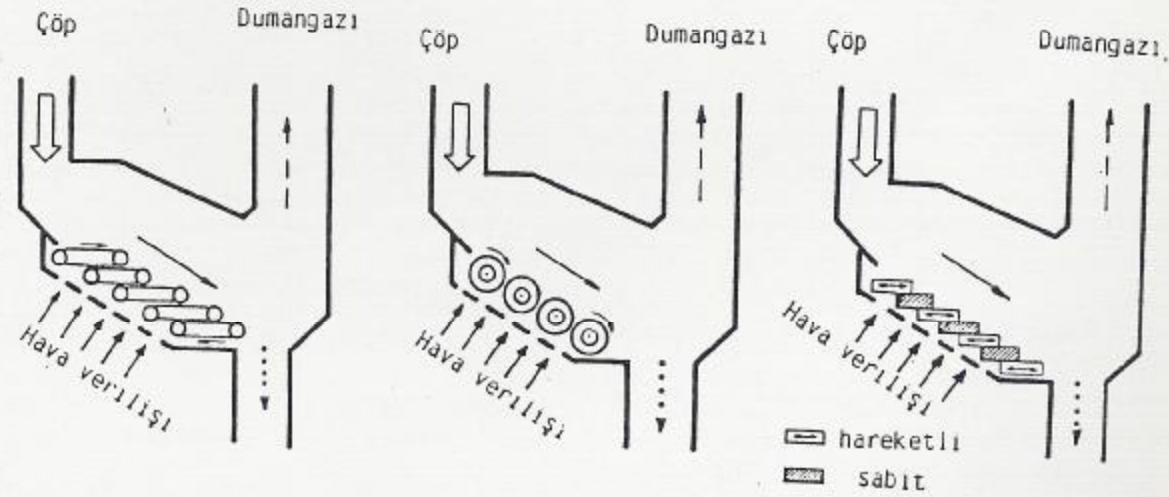
Curuf işlem ün



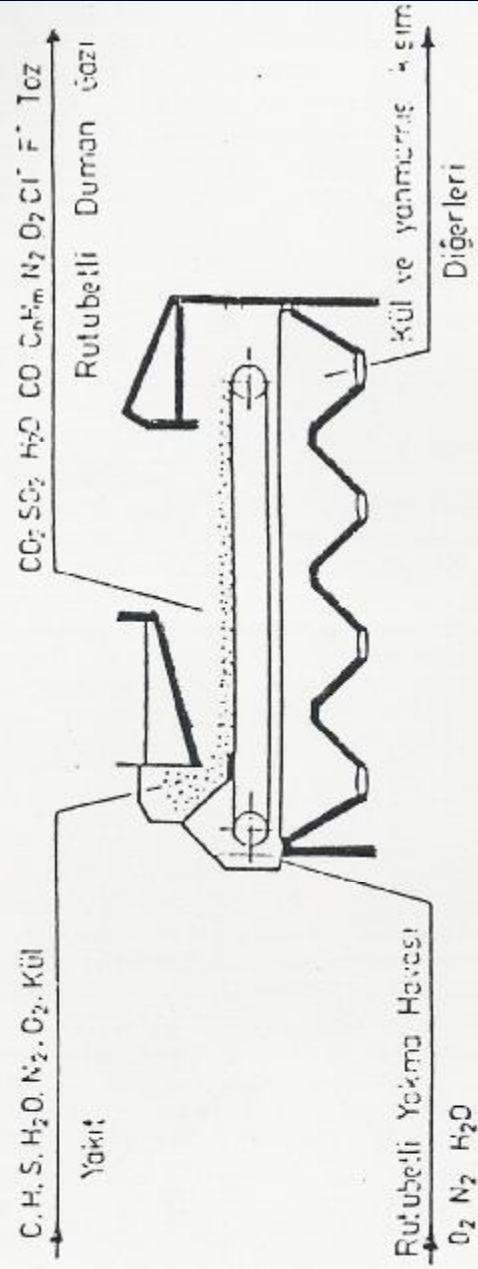
Ek-8.2

Şekil : Bir çöp yakma tesisinin üniteleri

- | | | |
|------------------------|----------------------------|------------------------|
| 1 Çöp boşaltma haznesi | 4 Yakma odası | 7 Buhar kazanı |
| 2 Çöp bunkerı | 5 Yakma ızgarası | 8 Elektrofiltre |
| 3 Çöp besleme konisi | 6 Kül .curuf uzaklaştırıcı | 9 Dumangazı yıkayıcısı |
| | | 10 Baca |



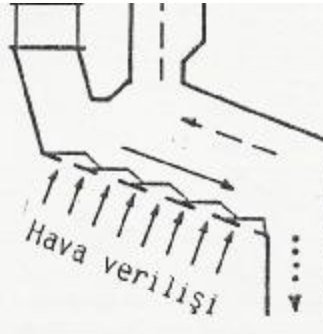
Şekil Ek-8.3 Öne itmeli ızgara . silindirik ızgara . hareketli ızgara



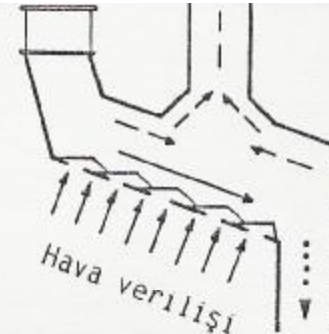
SEKİL Ek-8.10₂ YANMA ODASINDA MADDE DÖNÜŞÜMÜ



Aynı yönlü akım prensibi



Karşı yönlü akım prensibi

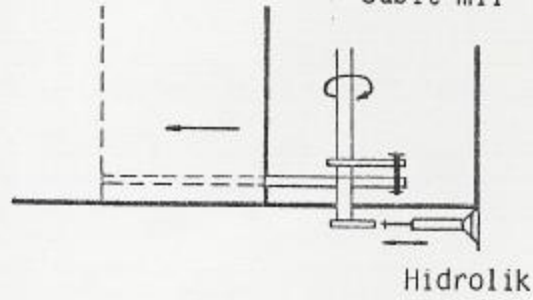


Aynı ve karşı yönlü akım prensibi

Şekil :Yanma odasının tasarımına örnekler

Kesit

Sabit mil

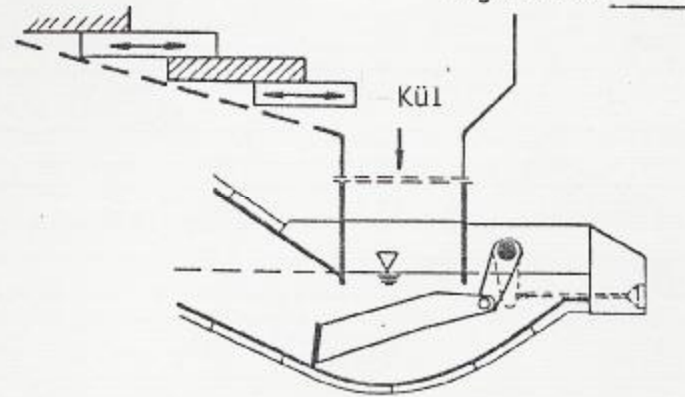


Kül

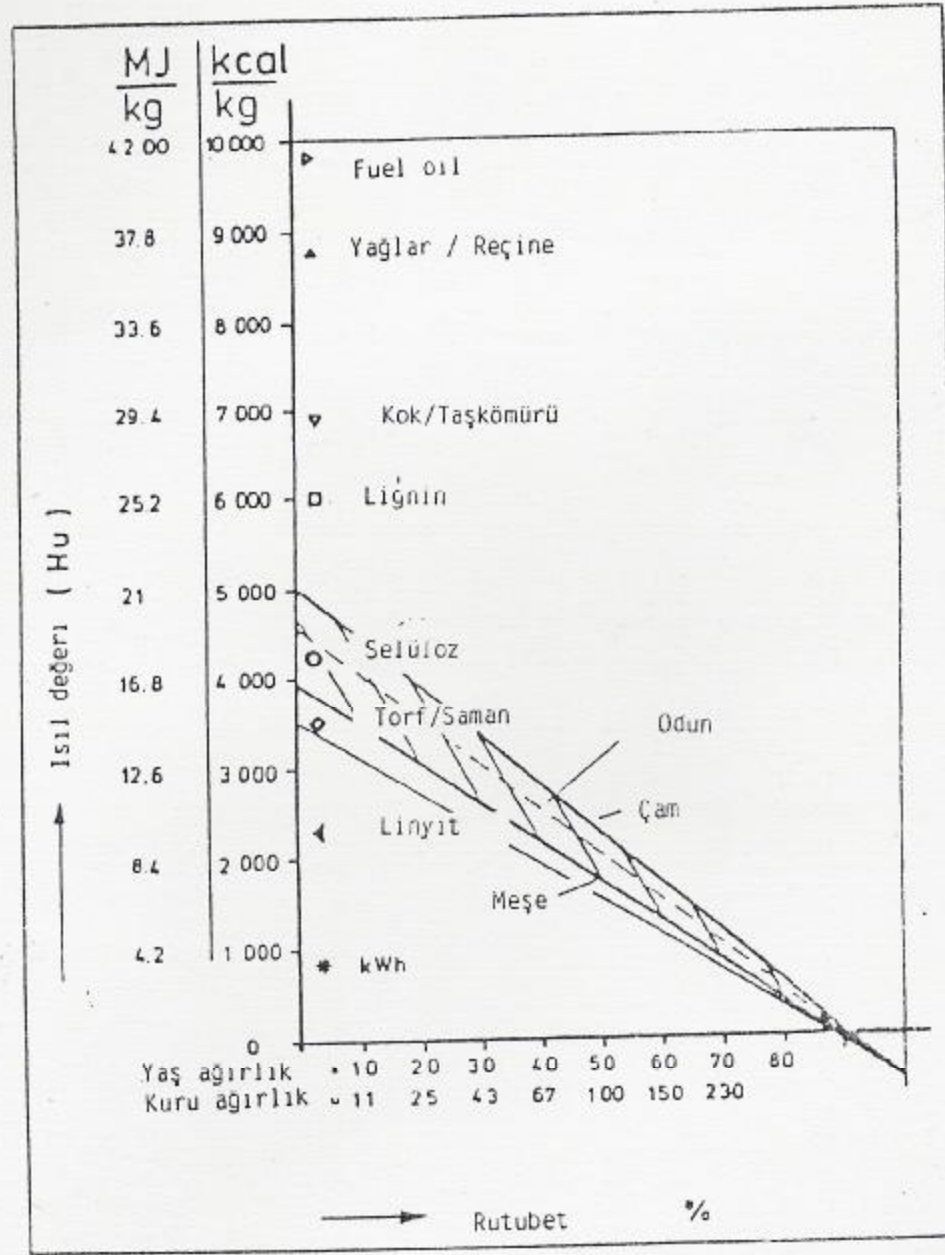


Yanma odasına bağlantısı

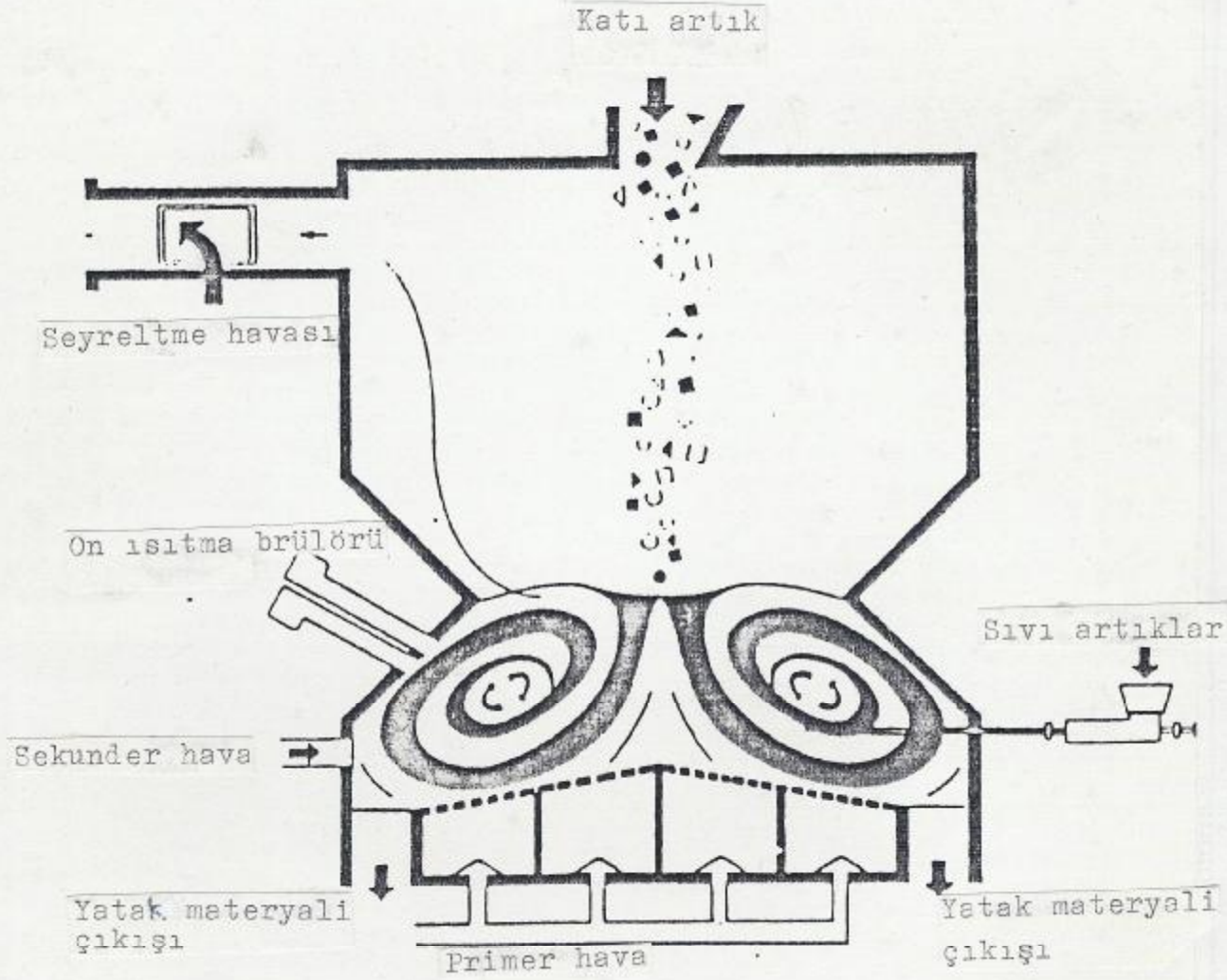
Kül



Nihai pozisyon



Şekil EK 1 : Çeşitli yakıtların rutubetlerine bağlı olarak ısı değeri-
lerinin değişimi

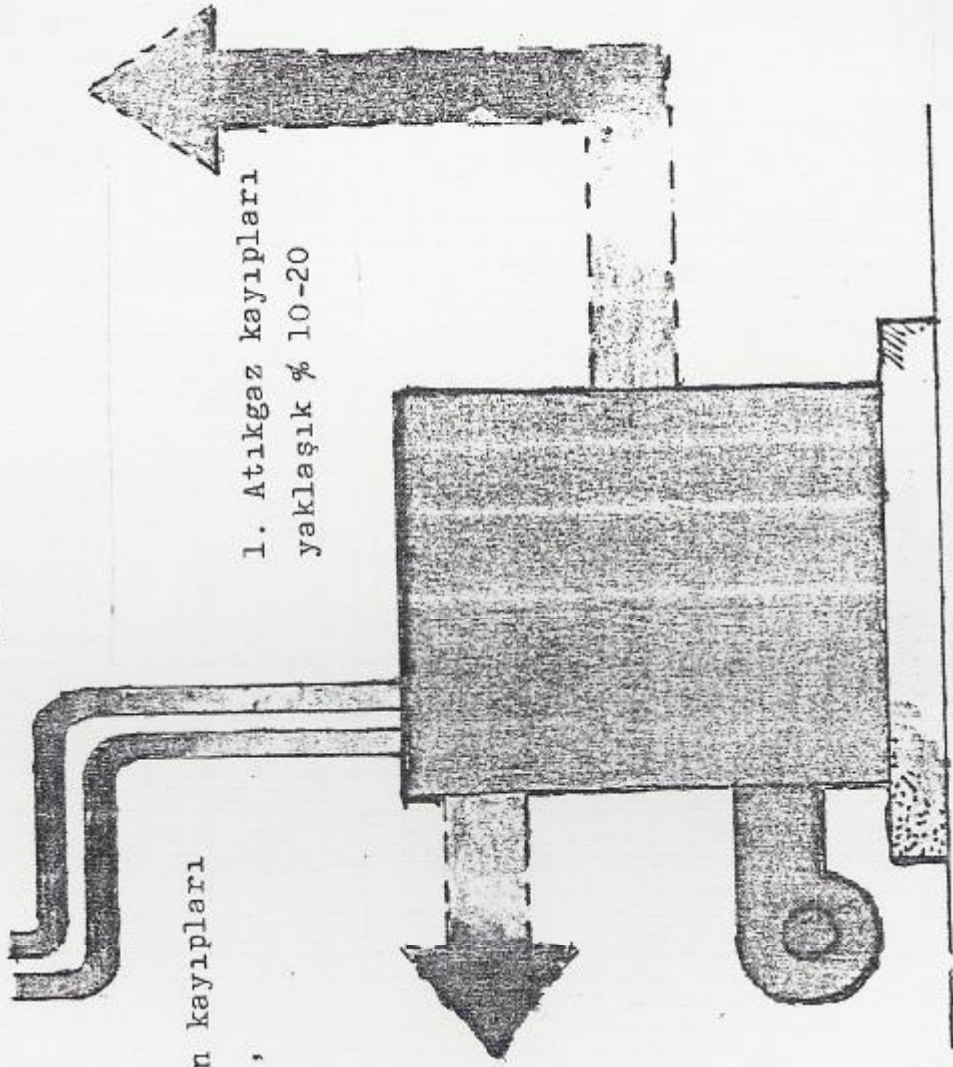


Şekil : Çift yataklı büyük döner akışkan yataklı fırın

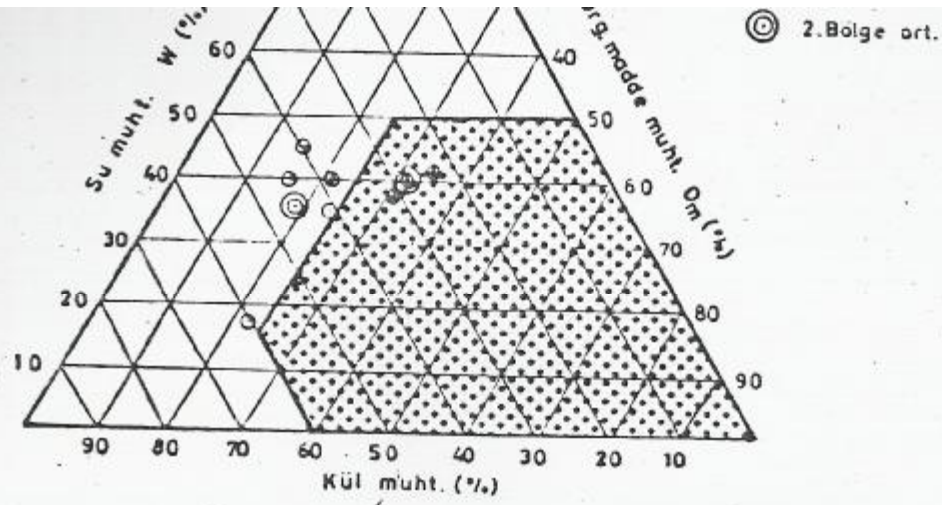
3. Transpört kayıpları
% 6 -10

2. Kazan kayıpları
% 4-10 ,

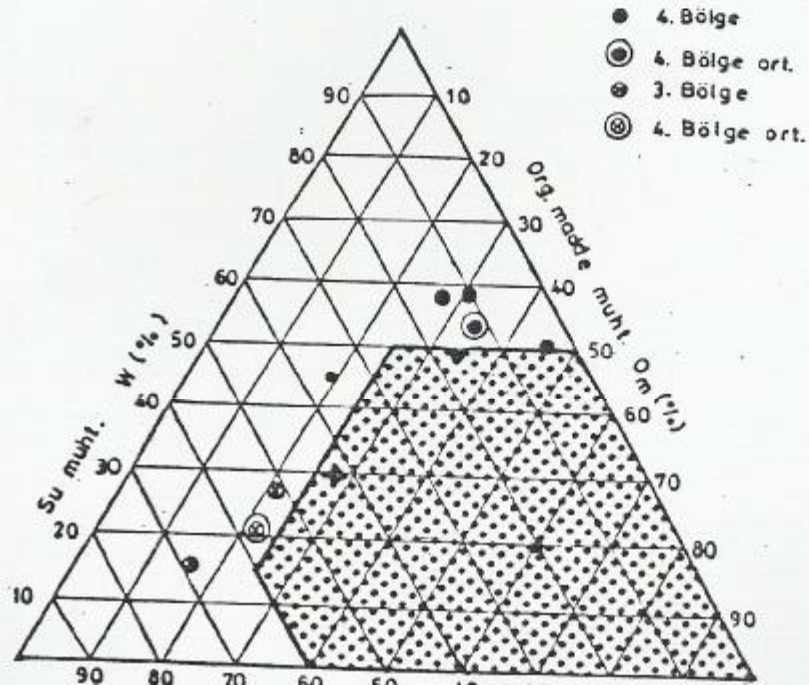
1. Atıkgaz kayıpları
yaklaşık % 10-20



Şekil : Belli başlı ısı kayıpları



I. ve II. Bölge (fakir ve orta tabaka) Katı Artıklarının
Tanner Üçgenindeki Yeri.



f_c 20.5m
f_c 60.0m
f_c 20.10m

nTeşekkürler