

YENİ YÖNTEMLE DEMİR İÇEREN BACA TOZLARININ ÖNLENMESİ VE DEĞERLENDİRİLMESİ

Şerife ALBAYRAK, F. Asuman ŞİRİN, Asude Ateş KOCACIK, Nezahat EDİZ

Özet - Hammadde tüketimindeki artan talep ve buna karşılık hammaddenin azalması atıksız teknolojilerin kullanılmasını alternatif bir çözüm olarak getirmiştir. Bu sayede çevre kirlenmesi önemli bir ölçüde önlenmiş ve mevcut hammadde kaynakları korunmuş olacaktır. Bu tebliğde toz giderme yöntemleri incelenmiş, atıksız teknolojilerin geliştirilmesinde örnek olması amacıyla içersinde yüksek oranda demir bulunan baca gazı için toz tutma ve değerlendirme sistemleri üzerine iki ayrı yöntem verilmiştir. Birincisi reaktör tankına dayanan klasik yöntem, ikincisi ise helezon sistemine dayanan yeni bir yöntemdir.

Anahtar Kelimeler – Toz, Toz tutucular, FeO, FeSO₄

Abstract – Raw material reuse is becoming an alternative solution due to rising waste demand and decline of natural raw material. In the same time, pollution will be presented. In this study, particulate matter control systems are searched and present methods to take dust from chimney gases with high Fe⁺².

Key Words – Dust, Particulate Matter Control, FeO, FeSO₄

Katı partiküller eğer öğütme ve ezme operasyonlarından meydana geliyorsa “toz” olarak adlandırılır. Eğer duman yoğunlaşırken oluşuyorsa “pis kokulu gaz” olarak adlandırılır. Sıvı partiküller “sis” olarak adlandırılabilir.[1]

Toz oluşturan kaynaklar çoğunlukla , çimento fabrikaları, maden ocakları, mermer ve taş ocaklarıdır. Toz oluşturan kaynaklar iş makinelerine bağlıdır. Genellikle çimento fabrikalarında kimyasal prosesler yeterli olmazsa toz oluşur. Metalürji fabrikalarında metal bileşikleri sülfürler ve oksitler içerdiği zaman toz kaynakları oluşur. Bu tozlar rüzgarın hızına bağlı olarak uçarak etrafı kirletir. Tozların çevre ve insan üzerine olası etkileri Tablo 1’de verilmiştir.

Tozların önlenmesi, tozu önleyen kimyasal bileşiklerin bulunması , tozu önleyen makinelerin yapılması ve çalıştırılması sayesinde olur [2]. Günümüzde dünyada ve ülkemizde atıkların önlenmesi amacıyla atık azaltma teknikleri geliştirilmekte ve olası atıkların yeniden değerlendirilmesi yoluna başvurulmaktadır. Özellikle demir-çelik endüstrileri gibi değerli tozları ihtiva eden baca gazlarındaki tozların tutulup tekrar sisteme kazanılmasıyla önemli miktarda hammadde kaybının önüne geçilmiş olacaktır.

I.GİRİŞ

Partikül madde 0,005 Mm-100 Mm arasında bir çapa sahip iri tanelerden oluşan katı ve sıvılardır. Kirletici kriterlerine göre partikül madde çok çeşitli ve kompleks boyutta ve kimyasal içeriğe sahiptir[1].

Ş.Albayrak, F.A.Şirin, A. Ateş Kocacık,SAÜ, Müh. Fk.Çevre Müh. Böl. N. Ediz, Dumlupınar Ü.

II. PARTİKÜLLERİ GAZLARDAN AYIRMA İŞLEMİNİN AMAÇLARI

II.1. Hava Kirlenmesinin Önlenmesi

Atmosfere atılacak baca gazlarının, kanuni limitlere uymak, çevreye olan etkilerini ortadan kaldırmak amacıyla temizlenmeleri gerekir.

II.2. Bakım İşlemlerinin azaltılması

İlerideki aparatlarda işlenecek proses gazının, genel olarak 5 mg/Nm^3 ' den daha fazla katı partikül ihtiva etmeyecek şekilde temizlenmesi gereklidir. Mesela, kömür gazlaştırmasına dayalı amonyak üretiminde, su gazının temizlenmesi gibi [2].

II.3. Emniyet ve İnsan Sağlığının Korunması

İnfilak etmeğe temayülü olan ve/veya insan sağlığına zararlı olan tozların kapalı mahallerde muayyen bir konsantrasyonun üzerinde bulundurulmamaları gereklidir. Mesela, kırma ve eleme esnasında açığa çıkan kömür tozlarının giderilmesi gibi [2].

II. 4. Ürün Kalitesinin Korunması

Hassas operasyonlara dayalı üretimlerde kullanılan proses gazlarının, ürünü kirletmeyecek derecede temiz olması gereklidir. Örneğin ilaç yapımında havanın temizlenmesi gibi [2].

II. 5. Ürünün Geri Kazanılması

Proses veya artık gazların ihtiva ettiği ana veya tali ürünlerin geri kazanılması, proses ekonomisini genellikle olumlu yönde etkileyecektir. Kurutuculardan çıkan tozların toplanması gibi [2].

Tablo1. Partiküllerin gözlenen etkileri [3]

Konsantrasyon	Ölçüm zamanı	Etkiler
60-180 mg/m^3	SO_2 ve nemle birlikte yıllık geometrik ortalama	Çelik ve çinko panellerde korozyon hızlanır.
150	Rutubet % 70'den az	Görüş uzaklığı 5 mile iner
80/100	$\text{SO}_2 > 120 \text{ mg/ m}^3$	50 nin üzerinde insan ölüm oranında artış olabilir.
100-130	244 avaraj ve $\text{SO}_2 > 250$	Muhtemelen çocuklarda solunum yolu hastalıkları ortaya çıkar.
200	244 max ve $\text{SO}_2 > 630$	İşçilerin hastalanması
300	244 avaraj ve $\text{SO}_2 > 715$	Olası akut semptomları kötüye gitmesi ile acı çekme kronik bronşit hastalıklarının oluşması
750		Ölümlerin artışı

II. 6. Toz Ürünün Toplanması

Bazı proseslerde ürün toz olarak elde edildiğinden, tozların gazdan ayrılarak toplanmaları gereklidir. Karbon siyahı imalinde olduğu gibi [2].

III. PARTİKÜL GİDERME YÖNTEMLERİ

Partikül kontrolünde en uygun yöntem, partikül boyutu, konsantrasyon, korozivite, toksik etki, hız akımı oranı, verim, uygun basınç ve maliyete bağlı olarak belirlenir.

Bugün kullanılan toz gidericiler 4 grupta toplanır.

III.1. Siklonlar

Gaz hareketlerinin değiştirilmesi suretiyle meydana getirilen santrifüj kuvvetlerinin etkisi altında , katı ve sıvı partiküllerin haiz olduğu atalet sebebiyle gaz akımından ayrılarak tutulduğu sistemlerdir [2]. Diğerlerine nazaran büyük partiküller için en çok kullanılan yöntem santrifüj (siklon) kollektörleridir [1].

III. 2. Filtreler

Gaz içinde dağılmış toz tanecikleri, gaz toz karışımını yeterli geçirgenliği olan bir tabakadan emilerek ya da basılarak geçirilirse , güvenilir bir şekilde ve ileri derecede tutulur [4]. Endüstriyel uygulamaları genellikle filtre tabakları dizaynıdır. Tozlu gazın filtre ortamından (katon, polypropylene, teflon veya fiser glass) akışı sağlanarak partikül maddelerin torba yüzeyinde toz keki olarak toplandığı sistemlerdir. Filtreler, genellikle torba filtreler temizleme mekanizmasının kullanımına dayanılarak sınıflandırılırlar.

III. 3. Islak Temizleyiciler

Gazlarda katı, sıvı, ve gaz kirleticileri temizlemeye yarayan ve umumiyetle yıkayıcı olarak su kullanılan aparatlardır. Özel tatbikatlar için diğer yıkama sıvıları da kullanılabilir. Bu aparatlarda gaz yıkılırken, aynı zamanda soğutulur ve yıkama sıvısı ile doymuş hale gelir. Soğuma ve doyma, direkt adyabatik doymuşluk prensibine göre meydana gelir. Eğer çok

fazla miktarda soğuk sıvı kullanılırsa, aparat "nem giderici" olarak da kullanılır [6]. Bu yöntem hareketli yataklı kuleler, orifis yıkayıcılar, venturi temizleyiciler ve püskürtmeli kuleler gibi konfigürasyonları içermektedir [5]. Yıkama esnasında sıvıda tutulan kirleticiler, kirli sıvı olarak aparattan alınır ve gerektiği takdirde rejenere edilerek tekrar sisteme verilir.

III. 4.Elektrofiltreler

Kuvvetli bir elektriksel alanda gaz içindeki toz tanecikleri negatif yüklü gaz iyonlarının artması sonucu yüklenir. Elektrik alanının etkisiyle yüklü tanecikler pozitif yüklü çökme elektrotuna hareket ederler. Burada tanecik yükünü verir ve anoda yapışır.

Kuru elektrofiltrede çökme elektrotlarının mekanik hareketiyle, yağ elektrofiltrelerde ise yıkama etkisiyle tanecikler anottan uzaklaştırılır [4].

IV. PARTİKÜL KONTROL EKİPMANLARININ KARAKTERİSTİKLERİ

Partikül kontrol ekipmanlarının karakteristik değerleri Tablo 2'de verilmiştir.

V. PARTİKÜL KONTROL YÖNTEMLERİNİN AVANTAJ VE DEZAVANTAJLARI

Partikül kontrolünde kullanılmakta olan sistemlerin avantaj ve dezavantajları tablolar halinde verilmiştir.

Tablo 2. Partikül kontrol ekipmanlarının karakteristikleri [5]

Partikül Toplama Yöntemi	Konsantrasyon Mg/m ³	Toplam Verimi (%)	Basınç Kaybı (in H ₂ O)	Maksimum Gaz Akış Oranı (10 ³ cfm)	Gerekli Alan
Siklonlar	2000	85	0,5-3	17,7	Orta
Küçük Siklon	2000	95	2-6	70,6	Küçük
Filtre	200	99	2-6	70,6	Büyük
Elektrostatik Toz giderici	200	99	0,2-1	706,2	Büyük
Islak Yıkayıcılar					
- Yerçekimi ile	2000	70	1	35,3	Orta
- Santrifüj	2000	90	2-6	35,3	Orta
- Etkili	2000	95	2-8	35,3	Orta
- Akışkan Yatak	600	90	1-10	17,7	Orta
- Su İçinde Kalan Orifis	200	90	2-6	17,7	Orta
- Venturi	200	99	10-30	35,3	Küçük

Tablo 3. Siklonların avantaj ve dezavantajları

Avantajlar	Dezavantajlar
<ul style="list-style-type: none">- İlk yatırım maliyeti düşük- Basit ekipman- Sadece inşa materyallerinin kullanılmasıyla farklı sıcaklık ve basınç limitleri empoze edilebilir- Kuru toplama ve imha etme- Kısa operasyon süresi	<ul style="list-style-type: none">- Özellikle 10 mm'den küçük boyuttaki partikülleri toplama verimi düşük- Yapışkan materyalleri ele almada yetersiz

VI. ÜRETİMDE ATIK AZALTMA VE ATIKLARIN DEĞERLENDİRİLMESİ

Atık azaltma, zararlı kirleticilerin henüz üretim aşamasında iken arıtma işleminden, depolamadan veya bertaraf etmeden önce atıkların azaltılmasıdır. Atıkların azaltılmasında, atığın geri çevrimi ve yeniden kullanımı işlemleri üzerine ağırlık verilmiştir. Tablo 7'de atık azaltma teknikleri verilmiştir.

Üretim sırasında her türlü girdi-çıkıtının düzenli kontrolü ile önemli bir hammadde kaybı ve atık oluşumunun önüne geçilmiş olur.

Üretim sistemlerinin, onarımı ve yeni teknolojilerle yenilenmesi atık azaltılması yönünde başka bir adımdır.

Tehlikeli ve zararlı maddelerin atıklardan ayrılmasıyla hacimce bir azalma sağlanmasının yanı sıra atıkların

Tablo 4. Filtrelerin kullanım avantaj ve dezavantajları

Avantajlar	Dezavantajlar
<ul style="list-style-type: none">- Her iki (ince-iri) partiküller üzerinde de yüksek toplama verimi- Yükselip alçalan gaz akımlarına karşı hassas değil, sürekli temizleme yapan filtreler için toz yüklerinde büyük değişimlerden etkilenmeyen basınç ve verime sahip- Toplanan maddeler tekrar kullanılabilir yada yok edilebilir.- Sıvı kirliliği problemi yok- Genellikle komponentlerin korozyonu ve paslanması problemi yoktur- Yüksek voltaj riskinin olmaması bakım ve tamiri kolaylaştırır ve yanıcı tozların toplanmasına izin verir- Lifli veya granül filtrelerde smok ve gaz kirleticiler verimli bir şekilde toplanır- Filtre toplayıcılar büyük konfigrasyonlarda kullanılabilir ve ihtiyaç halinde ilave ekipmana müsaittir- Basit bir operasyondur	<ul style="list-style-type: none">- 288 °C (550F) den yüksek sıcaklıkta pahalı olabilen özel reaktörler (mineral veya metalik) gerektirir- Toplanan tozların giderilmesine yardım, tozların sızmasını önlemede yada diğer durumlarda fabrika işlemleri gerektirir- Kollektörlerdeki toz konsantrasyonları (~50 g/m³) fabrikada kolayca oksitlenebilen tozların tutuşmasıyla olası bir yangın ve patlama tehlikesi doğurabilir- Nispeten yüksek bakım gerektirir- Bütün gaz yada asit veya alkali partiküllerin yanında sıcaklığın yükselmesiyle fabrika ömrü kısılabılır- Hidroskopik materyaller, nem yoğunlaşması veya katranımsı yapışkan komponentler özel kimyasal maddelere ihtiyaç duyulmasına, fabrikanın tıkanmasına veya katı, kabuklu keklere yol açabilir- Personel bakımı, solunumla ilgili koruma gerekebilir- Basınca gereksinim vardır (4-10 inch)

Tablo 5. Islak yıkayıcıların avantaj ve dezavantajları

Avantajlar	Dezavantajlar
<ul style="list-style-type: none">- Toz kaynakları ikincil değildir- Küçük alana gereksinim- Gazlarda partiküller kadar iyi toplanabilir (özellikle nemli)- Yüksek sıcaklık ve çok nemli gaz akımlarında kullanılabilir- Kuruluş maliyeti düşük- Basınç farkı etkileri önemsizdir- Saf (katıksız) partiküller üzerinde yüksek toplama verimine sahiptir	<ul style="list-style-type: none">- Atıksu problemi- Ürün ıslak olarak toplanır- Kuru sistemlere göre daha fazla korozyon problemine sahip- Basınç farkı ve güç gereksinimi fazla- Yüksek bakım harcamaları

Tablo 6. Elektrostatik filtrelerin avantaj ve dezavantajları

Avantajlar	Dezavantajlar
<ul style="list-style-type: none">- Diğerlerine nazaran düşük bir enerji gereksinimi ile yüksek partikül (ince-iri) toplama verimi elde edilebilir- Kuru toplama ve yok etme- Düşük basınç kaybı- Minimum bakım gereksinimi ve sürekli operasyon dizaynı- Düşük operasyon masrafı- Yüksek basınç (150 lbf/in²) veya vakum koşulları altında iyi operasyon- Yüksek sıcaklıkta (704 °C (1300 F)) iyi operasyon- Büyük gaz akış oranı	<ul style="list-style-type: none">- İlk maliyet yüksek- Gaz-buhar durumlarında (partiküller, akış, sıcaklık, partikül ve gaz kompozisyonları ve partikül yüklerinde) inip-çıkma duyarlıdır- Büyük alana gereksinim- Yanıcı gaz ve/veya yanıcı partikül toplanması işleminde patlama riski- Yüksek voltajda personeli korumak için özel tedbirler gerektirir- Gaz iyonizasyonu esnasında şarj-deşarj elektrodu negatif olarak ozon üretir- Uzman personel ihtiyacı

değerlendirilebilir kısımları da kazanılmış olur. Atıklar gerekli işleme tabi tutulduktan sonra gerek fabrika içinde tekrar kullanılır, gerekse farklı alanlarda hammadde girdisi olarak değerlendirilir. Bu sayede ekonomik bir katkı sağlanırken çevre kirliliğinin de önüne geçilmiş olur.

Tablo7. Atık azaltma teknikleri [7]

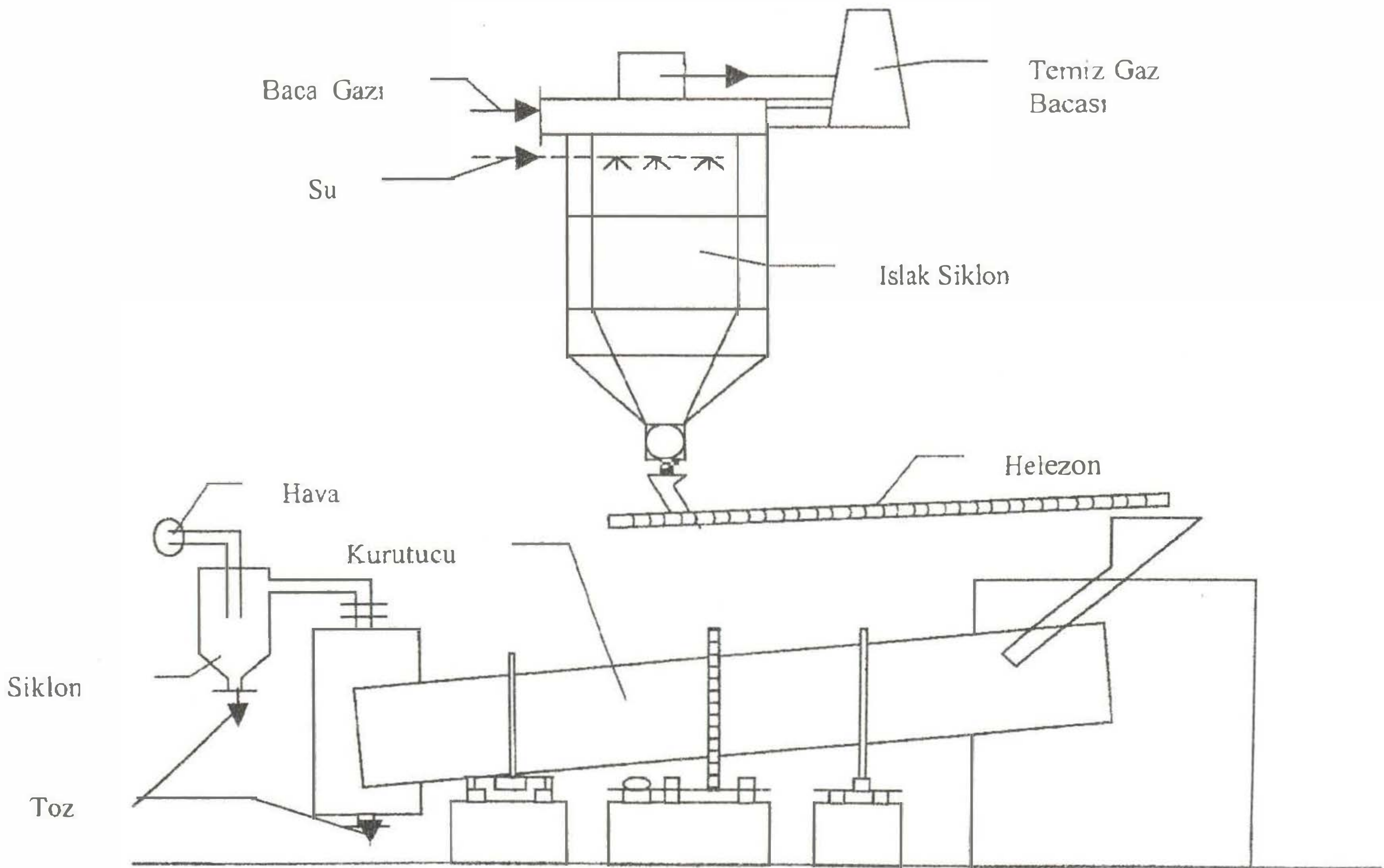
Envanter Yönetimi
Envanter kontrolü
Hammadde kontrolü
Üretim Proseslerinin modifikasyonu
İşletim ve onarım İşlemleri
Hammadde değişiklikleri
Proseste kullanılan teçhizatın modifikasyonu
Atık Azaltma
Kaynakta ayırma
Konsantrasyon
İyileştirme, Yeniden Kullanılabilir Hale Getirme
Yerinde yeniden kullanılabilir hale getirme
Tesis dışında yeniden kullanılabilir hale getirme

VII. DEMİR İÇEREN BACA GAZININ TEMİZLENMESİ VE DEĞERLENDİRİLMESİ

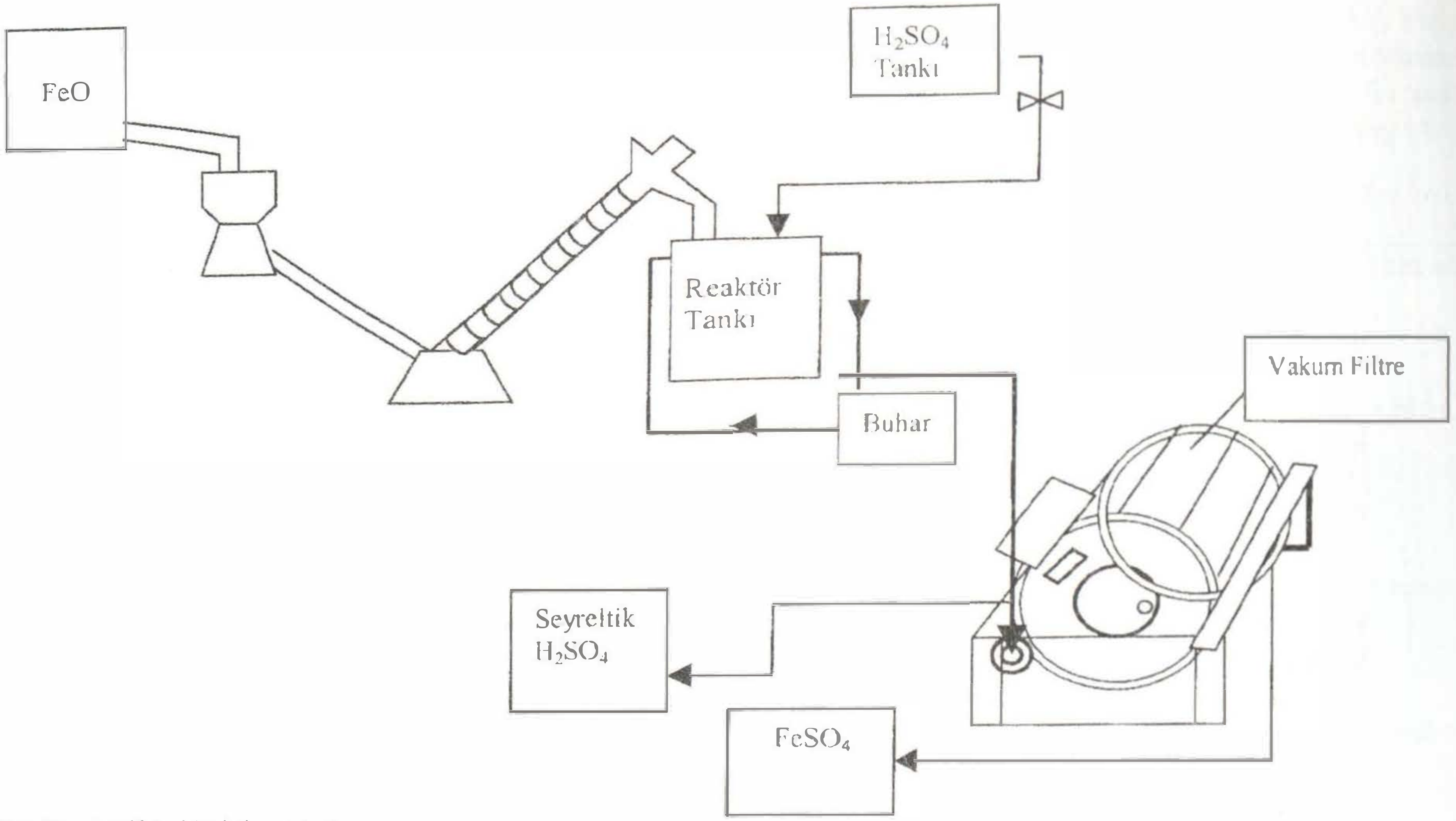
Sistem üç ayrı aşamada verilmiştir. İlk aşama baca gazından tozların tutulduğu kısımdır. Baca gazı ıslak siklondan geçirilir. Suyun tutma özelliğinden faydalanılarak tozlar ıslak olarak tutulur (şekil 1). Arıtılmış olan baca gazı da baca ile dışarı verilir. İkinci aşama ise tutulan tozların kurutucudan geçirilerek sıvı kısmın ayrıldığı bölümdür (şekil 1). Son aşamada tozların değerlendirilmesidir.

Bu amaçla çalışmamızda iki ayrı sistem verilmiştir. Birincisi günümüzde bazı işletmelerde kullanıldığı gibi bir reaktör tankı içerisinde seyreltik H_2SO_4 ile korozyona uğramış demir tozlarının tepkimeye sokulduğu kesikli sistemdir. Burada $Fe(OH)_2 + H_2SO_4 \Leftrightarrow FeSO_4 + 2H_2O$ reaksiyonuna dayanarak demirsülfat gübresi elde edilir.

Şekil 2'de akım şeması verilen proseste, depolanmış olan korozyona uğramış demir tozları reaktör tankına verilir. Burada sülfirik asit ile $100-150^\circ C$ 'de reaksiyona sokulur. Oluşan demirsülfat çözeltisi vakum filtreye verilerek demir sülfat sıvı kısmından ayrılır. Çıkan demirsülfat kullanılabilir yerlere gönderilirken sıvı ve asit karışımı seyreltme amaçlı kullanılmak üzere asit tankına verilir.



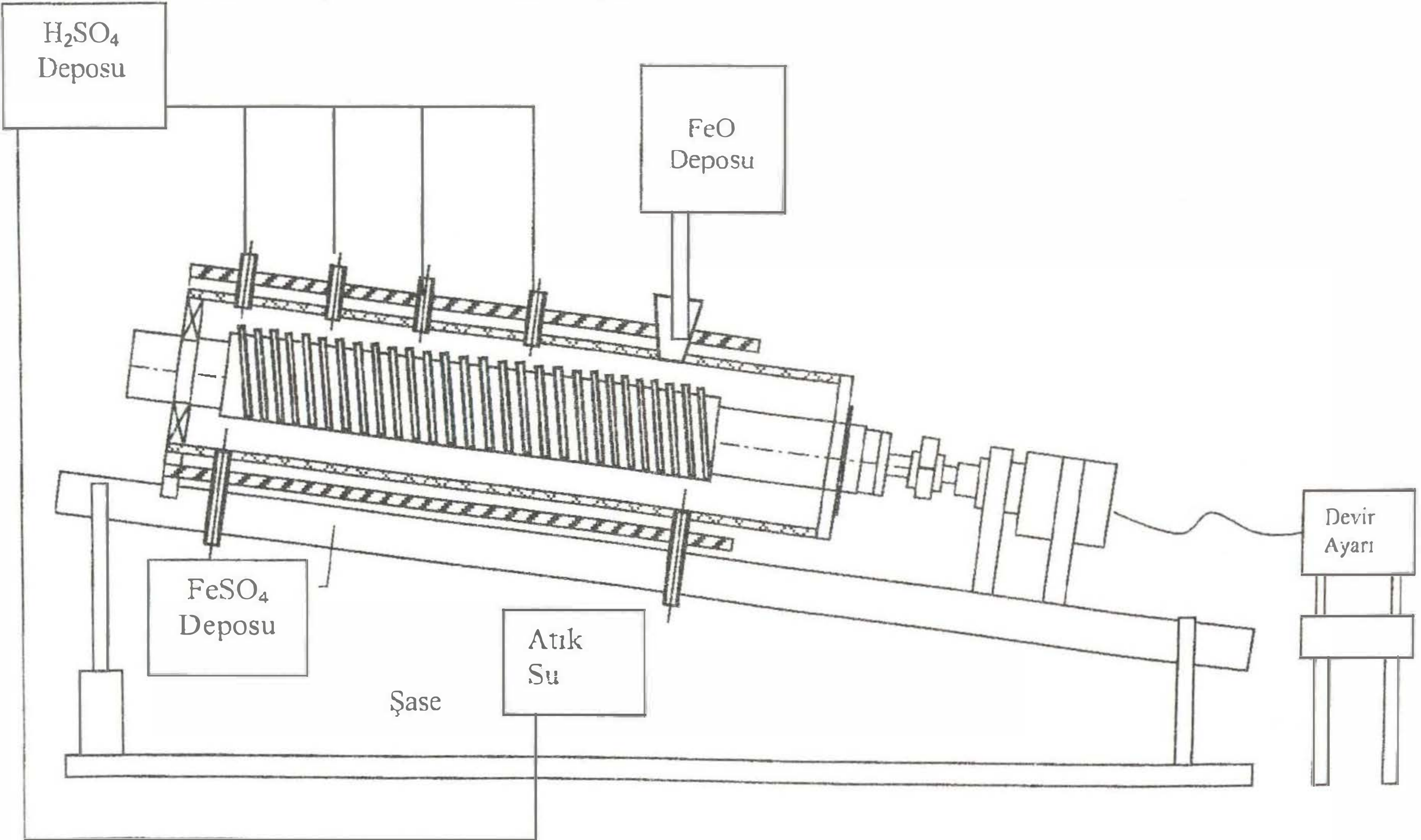
Şekil 1. Demir içeren baca gazından demir tozlarının tutulması



Şekil 2. Demirsülfat eldesi akım şeması

İkinci sistem basit ve fiziko-kimyasal yeni bir yöntem olan helikon yöntemidir. Helikon sistemi bir helikon, bir motor, bir frekans ayarlayıcı ve ayarlanabilir helikon şasisi ve açma ünitesinden oluşmuştur [8]. Ayrıca giriş ve boşaltım ağızlarında H_2SO_4 ve $FeSO_4$ depoları bulunmaktadır. Şekil 3'de akım şeması

verilen sistemde üst girişten seyreltik sülfirik asit alt girişten ise demir tozları verilmektedir. Helikonun altına gelen asit ve demir tozları demir sülfat gübresi oluşturur. Bu sistemin en önemli özelliği basit, sürekli ve ekonomik bir sistem oluşudur.



Şekil 3. Helikon sisteminin bir görüntüsü [8]

VIII. SONUÇ ve İRDELEME

Bu çalışmada tozların baca gazından arındırılmasında temel olarak siklonlar, filtreler, elektrostatik toz gidericiler ve ıslak yıkayıcıların kullanıldığı, bunun yanı sıra bu yöntemlerin kuruluş ve işletme maliyetleri ve toz giderme verimleri bakımından farklılıklar gösterdiği görülmüştür.

Günümüz Dünyasında önemli olanın doğa dengesinin bozulmaması için, geliştirilen sistemler atıkların yeniden değerlendirilebilir ürünlere dönüştürülmesi yada en azından atık miktarının en aza indirilmesi amacını gütmektedir. Bu amaç doğrultusunda da bu çalışmada baca gazının arıtımı yapılırken aynı zamanda atık maddelerinde yeniden değerlendirilmesi sağlanmıştır. Böylece hem baca gazı temizlenmiş olarak atmosfere verilirken hem de nihai ürün olarak mineralce zengin tarımda kullanıma elverişli bir gübre elde edilmiştir. Ayrıca demir sülfat arıtma sistemlerinde de yumaklaştırıcı olarak oldukça sık kullanılmaktadır. Sonuç olarak amaç yeni yöntemle üstün verimlere en kısa ve en ekonomik yolla ulaşmak ve mümkün olduğunca atıkların değerlendirilmesini sağlayarak atıksız teknolojiye ulaşmaktır[8].

KAYNAKLAR

- [1] Gilbert M. Masters, Introduction to Enviromental Engineering and Science, Second Edition
- [2]M. Tuna Şimşek, Endüstriyel Toz Önleyen Aparatlar, Lisans Tezi, Dumlupınar Üniversitesi Mühendislik fakültesi Makine Bölümü, Kütahya, 1197
- [3] Danny D. Reible, Fundamentals of Enviromental Engineering, Springer-Lewis Publishes
- [4] Doç. Dr. İ. Ersen Kalafatoğlu, Toz Gidericiler, Marmara-Tübitak Kütüphanesi
- [5] Perry W. Fisher, Ph. D., Kaushik Deb Dames & Moore, "Air Pollition Control Tecnologies", Enviromental Science and Tecnology Handbook , Goverment Institutes
- [6] Nurdan Büyükkamacı, Ayşe Filibeli, "Üretimde Atık Azaltma Tekniklerinin Uygulanması", Türkiye'de Çevre Kirlenmesi Öncelikleri Sempozyumu, Gebze, Mayıs, 1997
- [7] Alosman M.S., Kopulev B.A., Sanayi Atıklarının ve Doğal Kaynaklı Atıkların Değerlendirilmesi Tekniği, Kimya Sanayi Dergisi,s: 18-47, Moskova, 1986
- [8] Asude Ateş, Burhan Sümer, Mirali S. Alosman, "Evsel Atıksuların Yeni Bir Yöntem Olan Helezon Sistemiyle Doğal CaCO₃'lü Bileşiklerle Arıtılması", Ulusal Sanayi -Çevre Sempozyumu ve Sergisi Bildiriler Kitabı, Mersin Üniversitesi, Mühendislik Fak., Çevre Müh. Bölümü, Mersin, 25-27 Nisan 2001