

KURUTMA PROSESİ

Süreyya AKMAN

Kimya Yüksek Mühendisi



T.C. ENERJİ VE TABİİ
KAYNAKLAR BAKANLIĞI

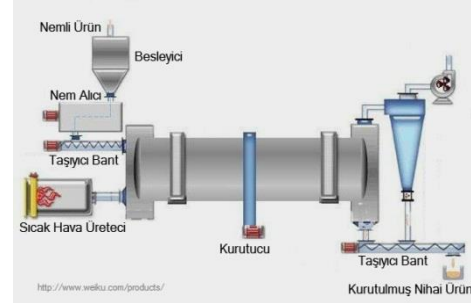
GİRİŞ

Bir katı ürün elde etmek amacıyla, üründen çözücü, dağıtıcı sıvıların uzaklaştırılması işlemi kurutma olarak isimlendirilir, bununla birlikte kurutma dendiğinde akla ilk anda üründe bulunan suyun buharlaştırma yoluyla uzaklaştırılması gelmektedir.



GİRİŞ

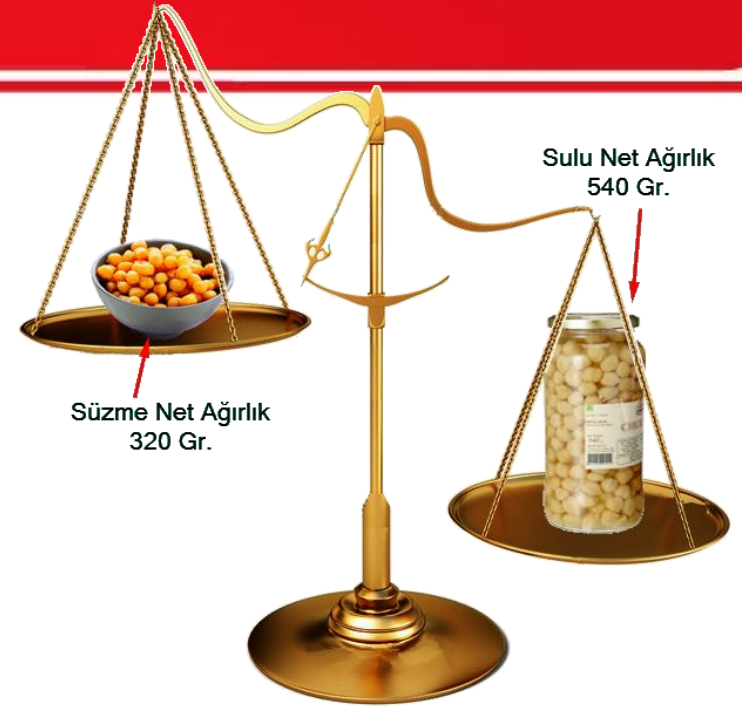
Kurutma işlemi için kullanılan sistemler, yani kurutucular sanayinin birçok dalında yaygın olarak (örneğin, gıda, kimya, tekstil, kağıt, çimento, kereste sanayilerinde) kullanılmaktadır. Proses sırasında birden fazla değişik kurutucuda birkaç kez kurutma gerektiren ürünler de vardır.



GİRİŞ

Kurutmanın esas amaçları;

- Taşıma, kullanım ve daha sonra uygulanması gereken işlemler vb. ekonomik olması için hacim veya ağırlığın azaltılması,
- Daha sonra uygulanması gereken işlemler, kullanım, pazarlama vb. için istenen koşulları sağlayan malzemeler üretmek,
- Ürünleri sterilize etmek veya korumak
- Çözeltiler veya atık sulu karışımlardan yan ürünleri geri kazanmak



GİRİŞ

Enerji tasarrufu açısından bakıldığında kurutma prosesi iki nedenle çok önemlidir ;

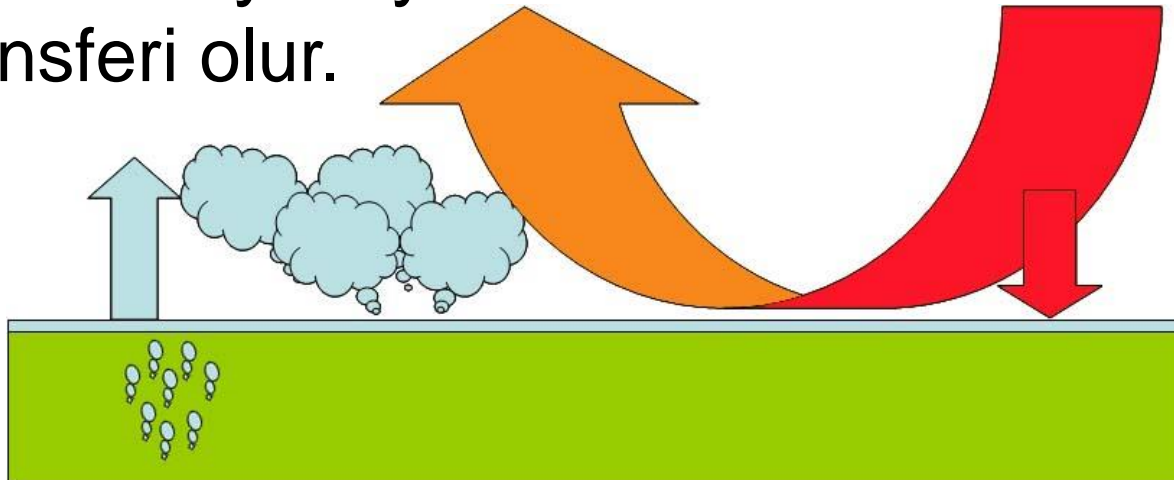
1. Kurutma enerji yoğun bir prosestir ve pek çok sanayi kolunda enerji tüketiminin esas yüzdesini kurutma prosesi için tüketilen enerji oluşturmaktadır.
2. Kurutma prosesleri genellikle çok iyi anlaşılabilmiş prosesler değildir ve yeni ve/veya iyi uygulanmış teknolojilerin kullanımı yoluyla önemli miktarda enerji tasarrufu yapmak mümkün olabilmektedir.

KURUTMA PROSESİNİN TEORİSİ

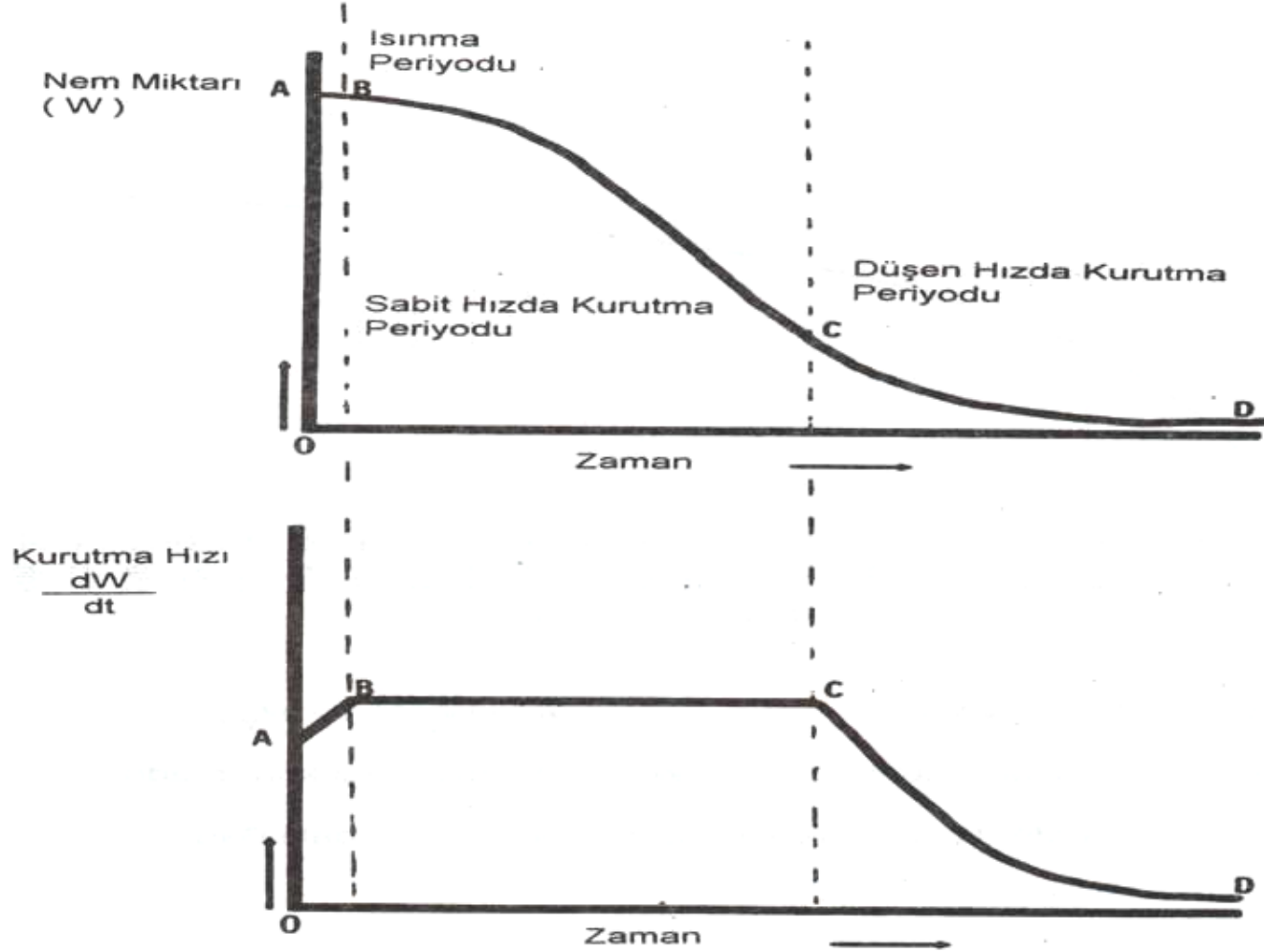
Temel Esaslar:

Bir malzeme kurutulur iken iki proses gerçekleşmektedir. Bunlar;

- Sıvının buharlaştırılması için ısı transferi olur,
- Malzeme içinde sıvı veya buhar halinde ve malzeme yüzeyinden ise buhar halinde kütle transferi olur.

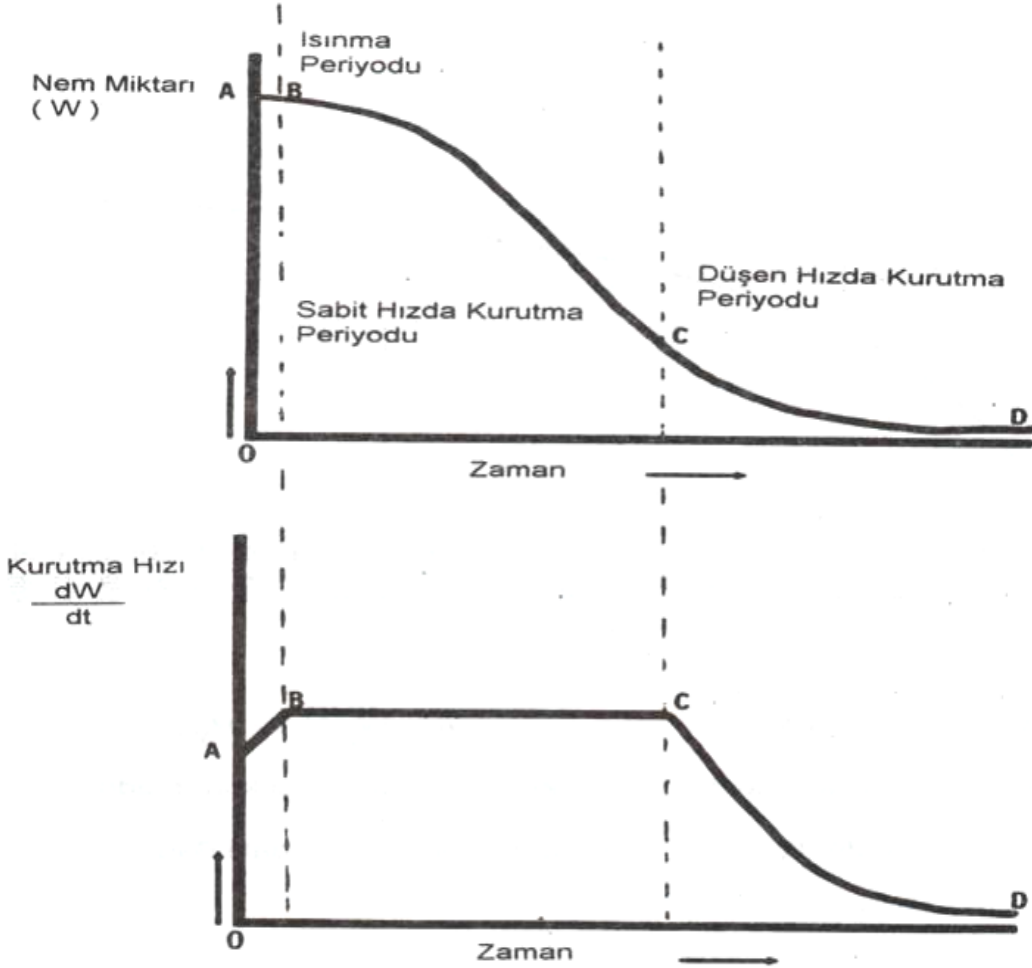


KURUTMA PROSESİNİN TEORİSİ



Grafik 17.1 Kurutma Prosesinin Kademeleri

KURUTMA PROSESİNİN TEORİSİ

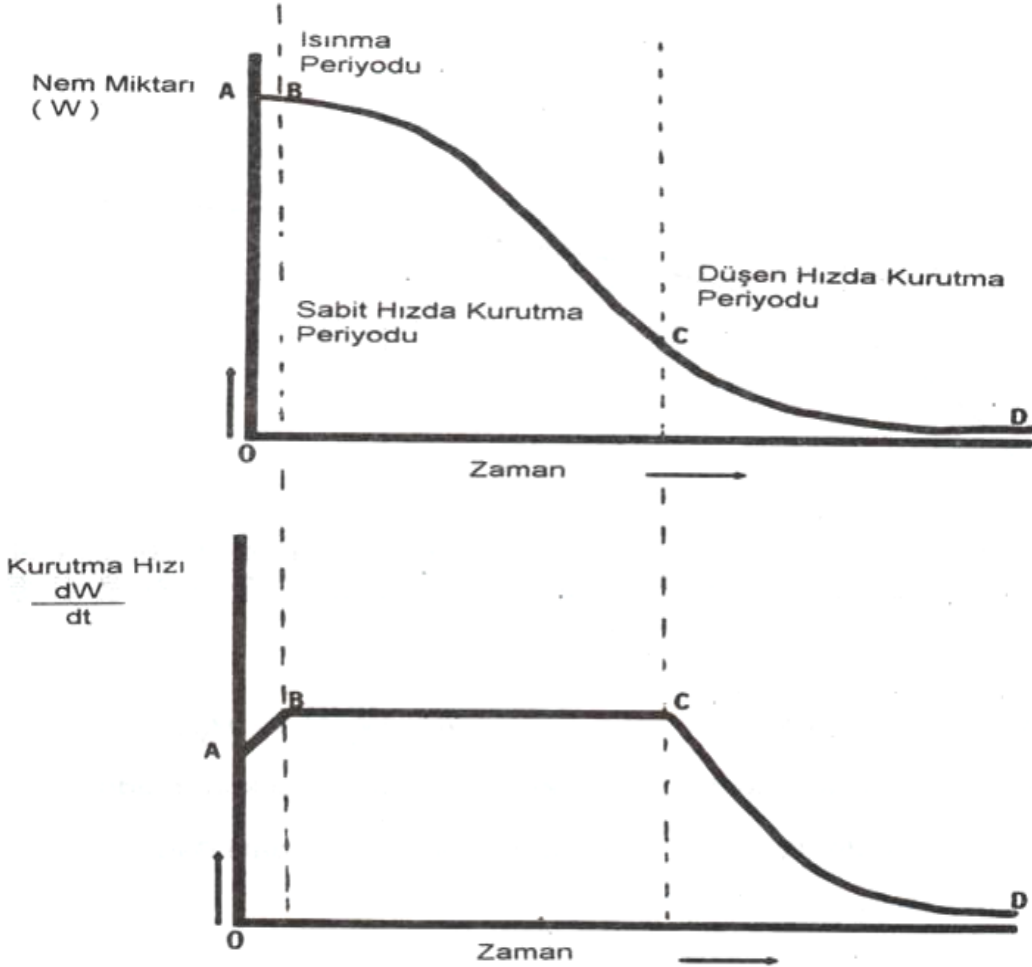


Grafik 17.1 Kurutma Prosesinin Kademeleri

Tipik bir kurutma prosesi Grafikte gösterilmektedir. Bir ilk sıcaklık yükselmesini (AB) takiben pek çok durumda belli bir zaman süresince sabit hızda buharlaşma gerçekleşir (BC).

Bu buharlaşma işlemi, buharlaşma oluşan yüzeydeki ısı transfer miktarının ayarlanması yoluyla kontrol edilebilir.

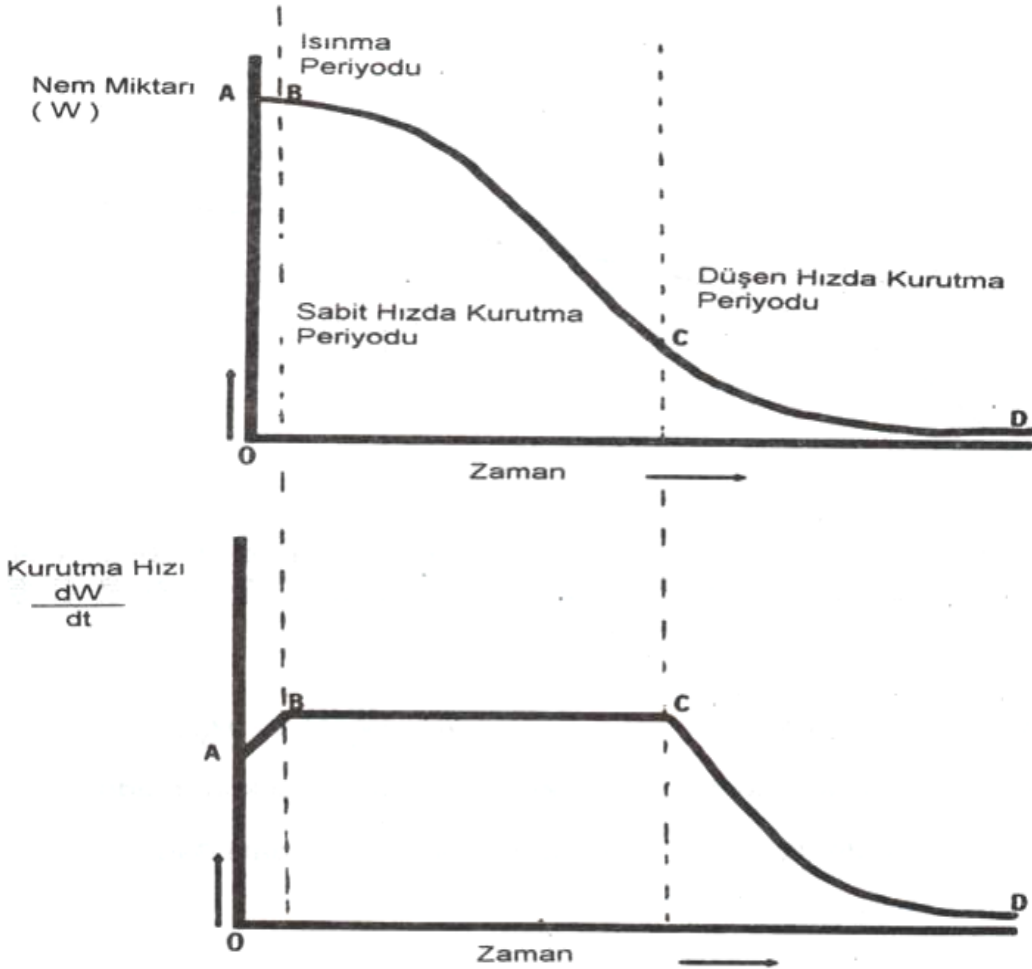
KURUTMA PROSESİNİN TEORİSİ



Grafik 17.1 Kurutma Prosesinin Kademeleri

Bu kademede, malzeme içerisinde buhar veya sıvı şeklinde oluşan kütle transferi (yukarıda bahsedilmişti) yüzeyi sıvıca doymun tutmak için yeterli olmakta ve buharlaşma işleminin hızını etkilememektedir. Bu mekanizma “*Sabit Hızda Kurutma*” olarak adlandırılmaktadır.

KURUTMA PROSESİNİN TEORİSİ

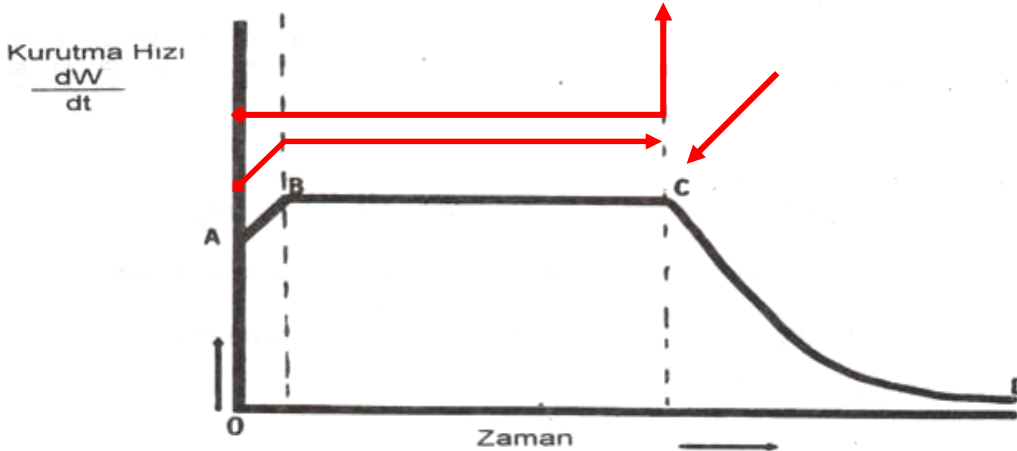


Grafik 17.1 Kurutma Prosesinin Kademeleri

Bu periyodu, buharlaşma hızının sürekli olarak değiştiği, “*Düşen Hızda Kurutma*” (CD) periyodu takip etmektedir.

Bu zaman süresince malzeme yüzeyi sıvıca doymun durumda değildir ve malzeme içinde nem taşınması hızı, buharlaşma hızını kontrol eden bir faktör haline gelmektedir.

KURUTMA PROSESİNİN TEORİSİ

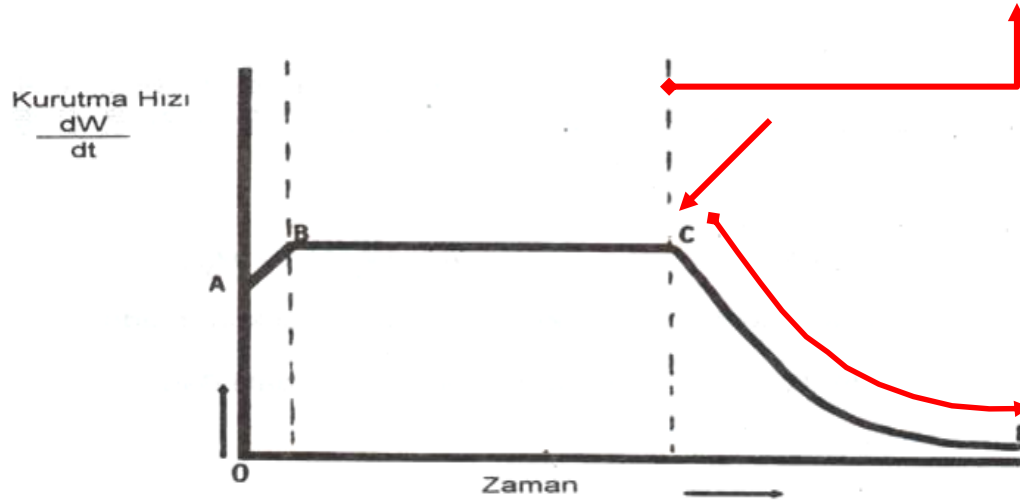


Grafik 17.1 Kurutma Prosesinin Kademeleri

Sabit hızda kurutma periyodunun son noktası olan (C)'deki nem miktarı, "*Malzemenin Kritik Nem Miktarı*" olarak tanımlanır.

Eğer *istenen son nem miktarı* (kurutma işlemi sonunda kuru malzemenin nem miktarı), kritik nem miktarından yüksek ise, tüm kurutma prosesi, sıcaklık yükselmesi periyodundan sonra *sabit hızda kurutma* olarak gerçekleşir.

KURUTMA PROSESİNİN TEORİSİ



Grafik 17.1 Kurutma Prosesinin Kademeleri

↘ Eğer kurutmaya tabi tutulacak malzemenin başlangıçtaki nem miktarı, kritik nem miktarından daha düşükse, tüm kurutma süreci düşen hızda kurutma olarak gerçekleşir.

KURUTMA PROSESİNİN TEORİSİ

Kurutulan malzemeye ait bu hızlar;

– Dış Faktörler :

- Kurutma havası sıcaklığı, nemi, akış hızı ve türbülansı, kurutulacak malzemenin yüzey alanı ve kalınlığı, tanecik büyüklüğüne,

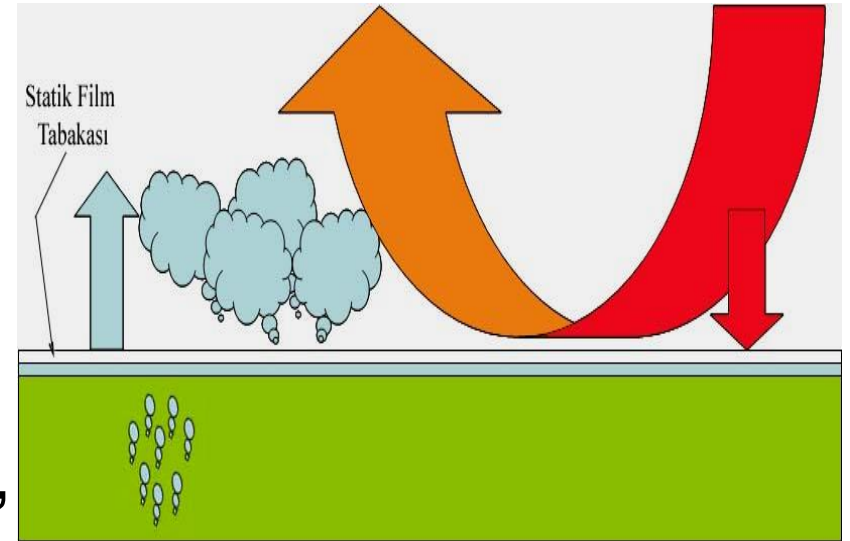
– İç Etkenler :

- Kapiler akış ve yoğunluk, iç buharlaşma veya daralmalar sonucu oluşan basınç değişimi nedeniyle oluşan akışlar gibi diffüzyon yoluyla nemin yüzeye taşınmasını etkileyen, malzemenin doğasına ait özelliklere bağlı olarak değişmektedir.

KURUTMA PROSESİNİN TEORİSİ

Nemin malzeme içerisindeki hareketleri çok karmaşık olup, kontrol mekanizması ile ilgili temel bilgiler yetersiz kalmaktadır. Kurutma hızında sınırlayıcı faktörler genel olarak iki ana gruba ayrılabilir. Bunlar :

- Malzeme yüzeyindeki statik hava film tabakasından geçmek suretiyle yüzeydeki suyun, kurutma havasına karışma hızı,



KURUTMA PROSESİNİN TEORİSİ

- Yüzey tabakalarının sertleşmesi veya büzülmesi sonucu nem akışına engel olma veya malzemeye muhtelif nedenler sonucu zarar verme gibi durumlar yaratmaksızın malzemedeki nem uzaklaşma hızıdır.

Kurutma uygulamalarında deneyimlere dayanarak, minimum kurutma süresi ve dolayısıyla en iyi enerji kullanımını sağlayacak dış faktörleri oluşturmak mümkündür.

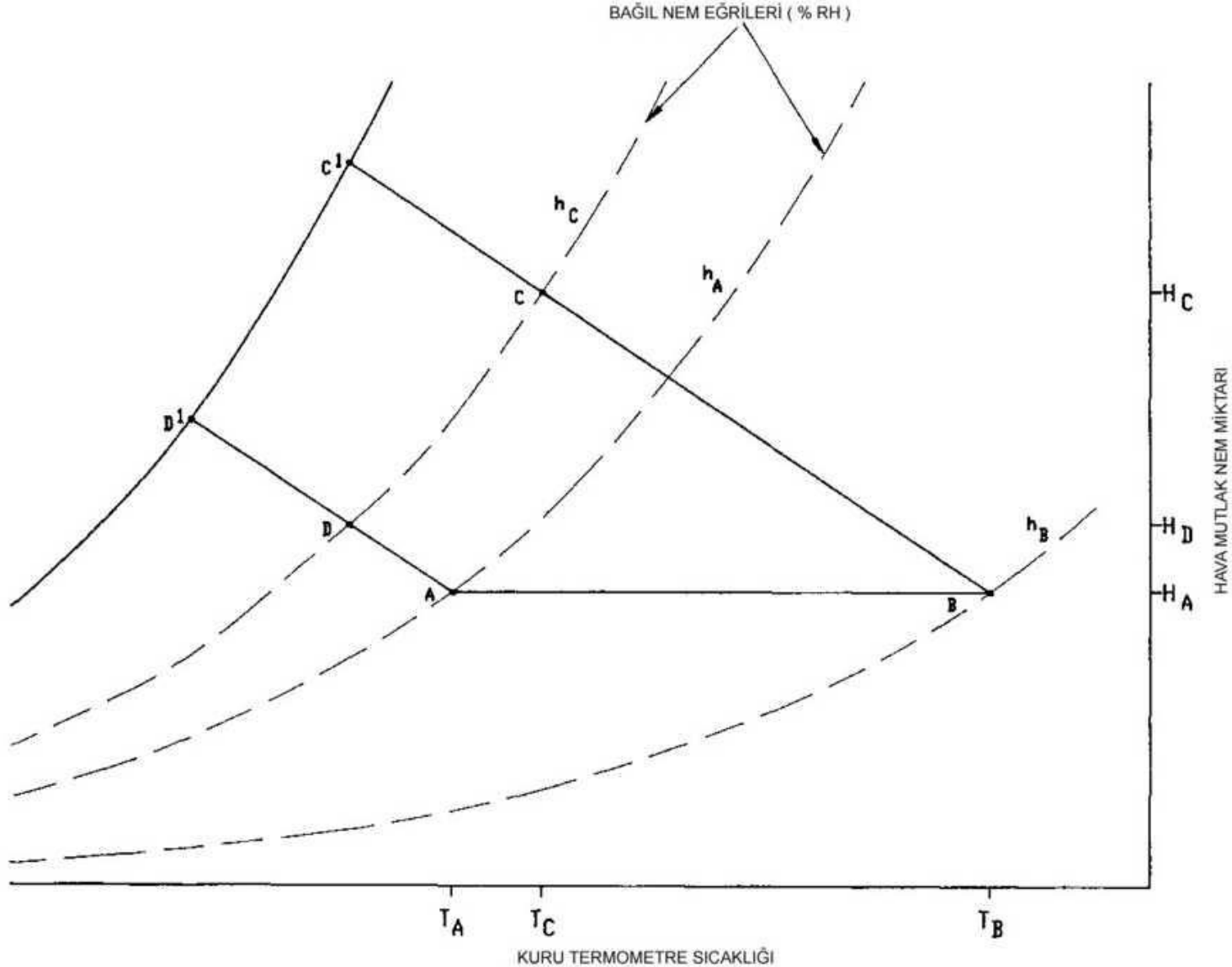
HAVA SICAKLIĞININ ETKİSİ

Hava sıcaklığının yükselmesiyle birlikte, havanın içerisinde su buharı tutulma özelliği de üstel olarak artış gösterir.

Ayrıca, yüksek hava sıcaklıkları yüzey suyu ve malzemeye ısı transfer hızlarının artmasını sağlar ve bunun sonucunda yüksek buharlaşma hızları oluşur.

Bu durum ise malzeme içindeki nemin daha kolay ve hızlı bir şekilde yüzeye çıkmasını sağlayan itici, zorlayıcı bir etki yaratır.

HAVA SICAKLIĞININ ETKİSİ



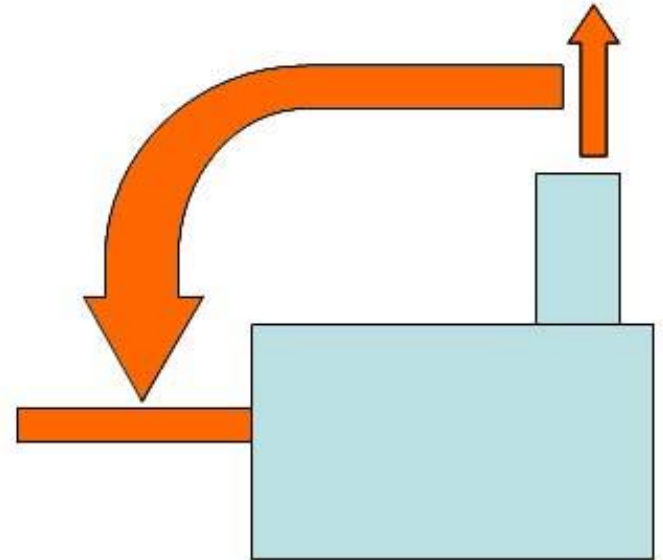
HAVA SICAKLIĞININ ETKİSİ

Bu nedenle, kurutulacak malzemeye herhangi bir zarar vermeksizin uygulanabilecek maksimum hava sıcaklığına bağlı olarak, yüksek kurutma hızları elde edilebilir.

Hava sıcaklığı gayet tabiidir ki kurutma havasını ısıtmak için kullanılacak olan akışkan sıcaklığı ile de sınırlanmaktadır. Bununla birlikte yüksek hava sıcaklıklarının, kurutma sistemine verilen enerji miktarının ve maliyetinin yükselmesi anlamını taşıdığı da unutulmamalıdır.

HAVA SICAKLIĞININ ETKİSİ

Kurutucuyu terkeden egzost havası enerjisinin, ısı geri kazanımı sağlayan sistemler kullanılarak örneğin kurutucuya giren malzeme veya havanın ön ısıtılmasında kullanılması ve dolayısıyla egzost havası sıcaklığının düşürülmesi gibi bir takım önlemler alınmadığı takdirde kurutma prosesi maliyeti oldukça yüksek olacaktır.

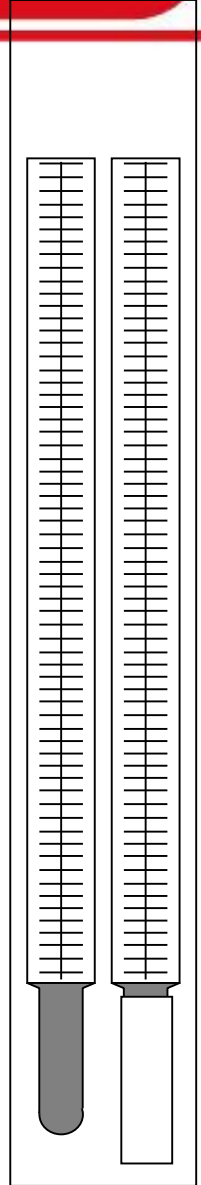
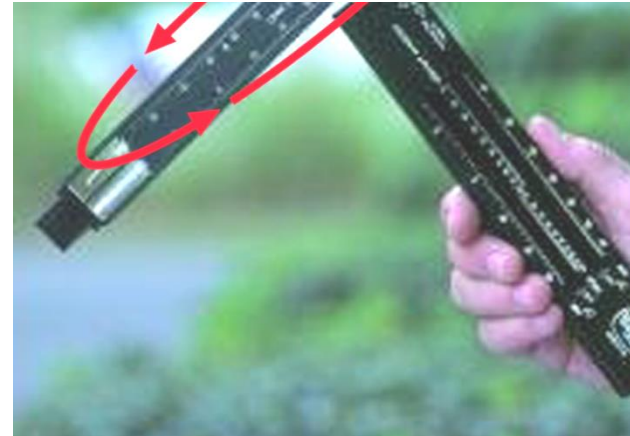


HAVA NEM MİKTARININ ETKİSİ

Yüksek kurutma hızları ayrıca, kurutma havasındaki nem miktarının minimum olması halinde elde edilir.

Herhangi bir kuru termometre sıcaklığındaki hava içindeki nem miktarının artması, bu havanın ilave su buharı tutma kapasitesinde azalma oluşturur.

Bu durum malzeme yüzeyinden buharlaşma miktarını azaltacak yönde etki de yapar.



HAVA NEM MİKTARININ ETKİSİ

Bu etkiler, düşük hava sıcaklıklarında ve havadaki nem miktarını doyma noktası yakınlarına ulaştığı durumlarda oldukça önem kazanır, ama sıcaklık yükselmesiyle bu etkiler zayıflamaya başlar.

Pratik kurutma uygulamalarında, makul ölçüdeki yüksek nem miktarları kurutucu performansını önemli ölçüde sınırlayıcı bir faktör değildir.

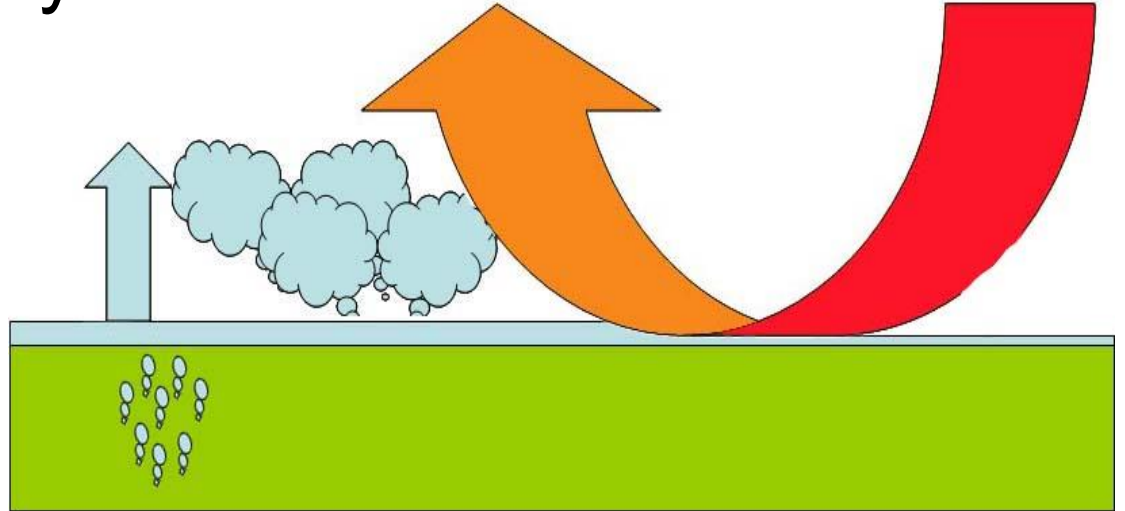
HAVA NEM MİKTARININ ETKİSİ

Ekonomik olması istenen çalışmalarda, hava çıkışında % 80 bağıl nem oranlarını görmek her zaman için gayet normaldir.

Isıtılması gereken taze, temiz hava miktarının ve kurutucu içerisinde hava akış hızının azaltılması amacıyla bir kısım sıcak egzoz havasının geri döndürülerek yeniden kullanılması halinde bu durumla sık sık karşılaşılır.

HAVA AKIŞ HIZININ ETKİSİ

Islak yüzeyden buharlaşma hızı, suya ısı akışına ve nemli yüzeydeki düzgün tabaka yoluyla yayılan buhar miktarına bağlıdır. Yüzey üzerinden geçen oldukça yüksek akış hızına sahip hava akımı, bu düzgün tabakanın kalınlığını azaltıcı yönde etki eder ve ısı transferinin ve aynı zamanda buharlaşma hızının artmasını sağlar.



HAVA AKIŞ HIZININ ETKİSİ

Hem su yüzeyinin hem de hava akımının türbülanslı olması buharlaşma miktarını artırır. Islak yüzeye göre hava akımının yönü önemli miktarda etkiler yaratır. Teğetsel hava akımı olduğu takdirde buharlaşma miktarı, hava hızının (n) inci kuvvetine kadar yükselir, n değeri 0.8 dir. Yüzeyde normal hava akımlarında $n = 1.4$ değeri elde edilebilmiştir.

NEM MİKTARI TANIMI

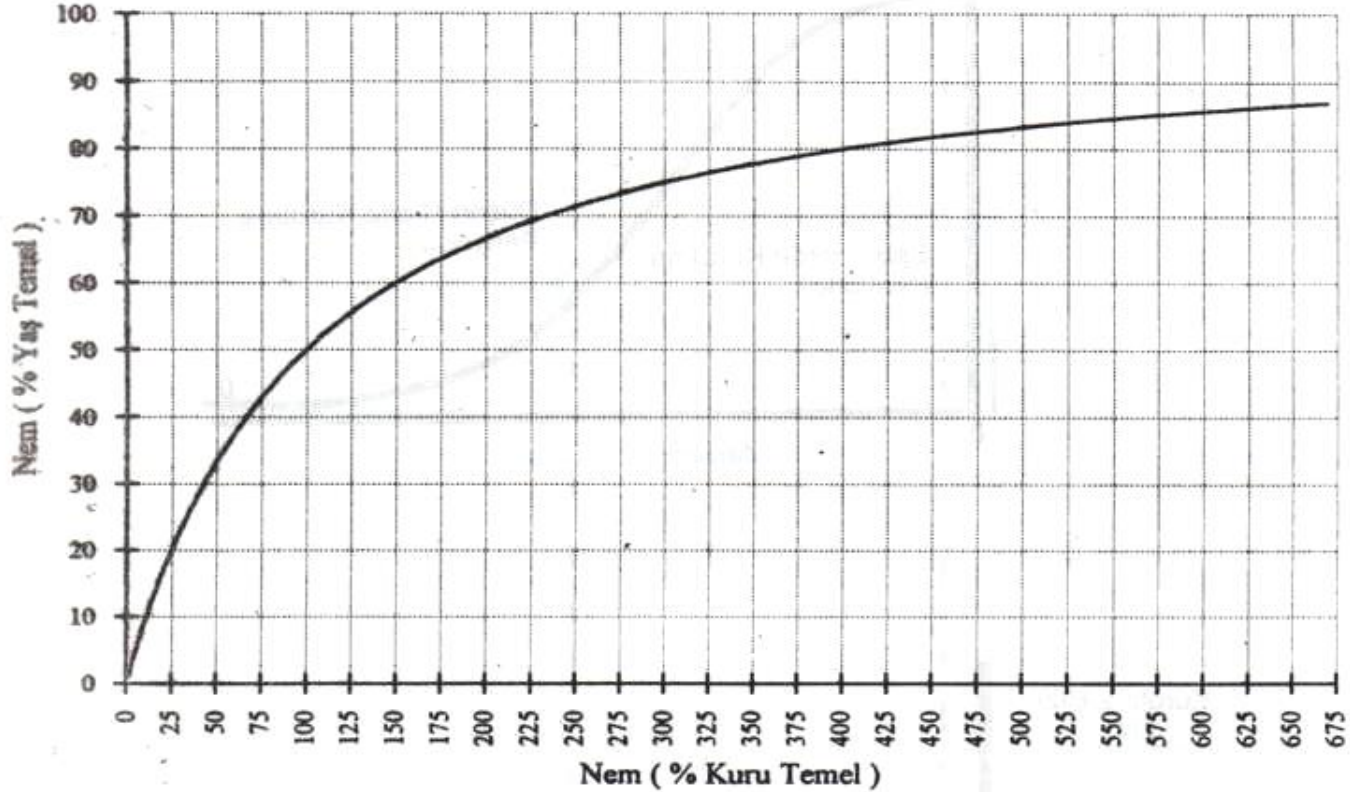
Kurutma havası olsun, kurutulacak malzeme olsun nem miktarı genellikle mutlak birimlerde

(kg nem / kg kuru madde) veya

(ağırlıkça kuru maddeye göre yüzde) cinsinden ifade edilmektedir. Temel olarak nem yüzdesinde eşit miktarda artış, ağırlıklarda eşit değişiklikler oluşturmaktadır.

Malzemenin yaş ağırlığına göre, yüzde veya mutlak birimlerde nem ifadeleri de pek nadir olarak da olsa görülmektedir. Grafik 17.2 kuru ve yaş temele göre değerler arasındaki bağıntıyı ve birinden diğerine geçmek için gerekli tanımları ve faktörleri vermektedir.

NEM MİKTARI TANIMI



$$W_y = W_k / (1 + W_k)$$

$$W_k = W_y / (1 - W_y)$$

W_y : kg nem / kg yaş madde

W_k : kg nem / kg kuru madde

Grafik 17. 2 Kuru ve Yaş Temeller Arasındaki Bağını

NEM DENGESİ MİKTARI

Açıkta depolanan her nem çekici malzeme bir süre sonra atmosferden nem çekmek veya kendi bünyesindeki nemi vermek suretiyle atmosferdeki nem miktarı ile dengeye ulaşacaktır. Bu durum balık, deri, ekin vb. kurutmanın bilinen en geleneksel yoludur. Bir süre sonunda dengeye ulaşmak suretiyle atmosferdeki nem ile aynı nem değerine sahip olacağı için açıkta depolanan bir malzemeyi bu denge nem miktarının altındaki bir değere düşüncüye kadar kurutmak bir enerji kaybına sebep olacaktır.

NEM DENGE MİKTARI

Nemli ortamlarda bekletildiği taktirde hızlı bir şekilde bozulmayan malzemelerin daha sonra uygulanacak işlemler, depolama, taşıma veya satış vb. işlemler için gerekli olan nem değerlerine kadar kurutulmayıp, daha yüksek nem değerlerinde kurutma işleminin kesilebileceği deneyimler sonucu görülmüştür. Bu durum, kurutma süresinin kısılmasını ve önemli miktarda enerji tasarruf edilmesini sağlar.

NEM DENGGE MİKTARI



Kumaş Nem denge deęeri % 6 'ya ulařıncaya kadar atmosferden nem çekecektir. % 6'dan % 4'e dūřürmek için tüketilen enerji bořa harcanan enerjidir.

NEM DENGGE MİKTARI



Kumaş Nem denge deęeri % 6 'ya ulařıncaya kadar atmosfere nem verecektir. % 10'dan % 6'e dūřürmek için tüketilmesi gereken enerji tasarruf edilen enerjidir.

NEM DENGESİ MİKTARI

Gıda maddeleri gibi koruma amacıyla denge noktasının altındaki bir değere kadar kurutulan bazı maddeler, kontrol edilebilen atmosferik koşullarda veya hava geçirmez kaplarda veya ortamlarda saklanmalıdır.

25 °C sıcaklık ve % 50 doygunlukta (yaklaşık % 55 bağıl nem) atmosferik koşullarda depolanan birkaç tipik malzeme için yaklaşık nem denge değerleri Tablo 17.1 'de verilmektedir.

NEM DENGE MİKTARI

Malzeme	% Nem
Kauçuk	0.6
Orlon	1.4
Naylon	3.1
Keten Giyecekler	5.1
Kağıt, Gazete Kağıdı	5.3
Pamuklu Giyecekler	6.0
Beyaz Ekmek	6.2

Malzeme	% Nem
Un	8.0
Odun (Ortalama)	9.2
Sabun	10.0
Yün	12.8
Deri	16.0
Nem çekici Pamuk	18.5

% Nem: Nem Denge Miktarı (% kuru temel)

KURUTMA HESAPLARI İÇİN

PSİKROMETRİK DİYAGRAM

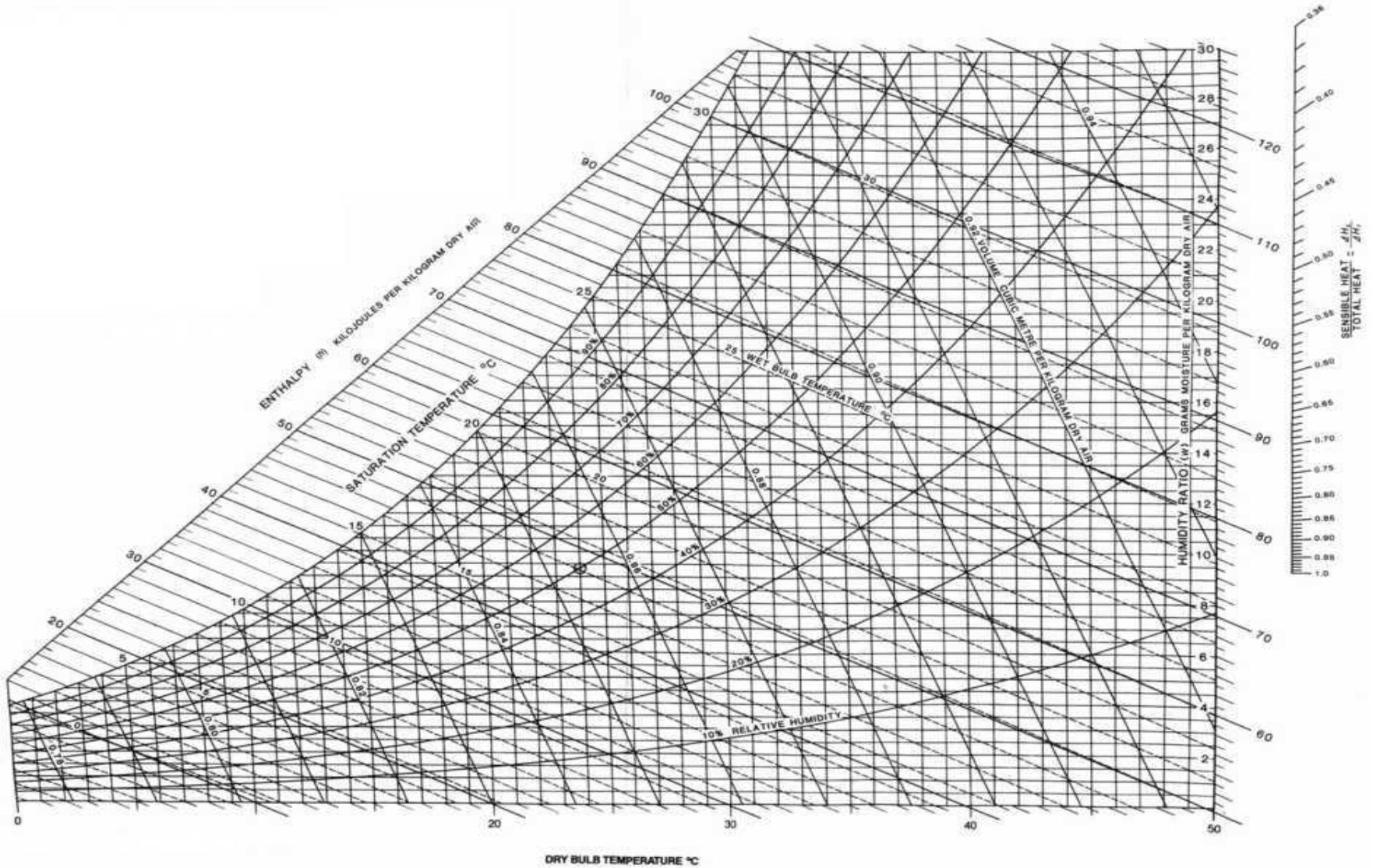
Pek çok kurutma prosesinde buharlaştırılan sıvı, su ve buharlaşma için ısı sağlayan ve buharı alıp uzaklaştıran akışkan ise havadır. Hava ile kurutmaya ilişkin problemlerde hesaplamalar yapabilmek için, herhangi bir sıcaklıkta havanın ve hava buhar karışımlarının özelliklerini bilmek gerekir.

KURUTMA HESAPLARI İÇİN

PSİKROMETRİK DİYAGRAM

Bu özellikler ve birbirleri ile bağıntıları, psikrometrik diyagramlarda grafiksel olarak gösterilmiştir. İyi okundukları takdirde bu diyagramlardan elde edilecek bilgiler pratik amaçlı çalışmalar için oldukça yüksek doğruluk ve hassaslığa sahiptir. Grafikler 0 °C sıcaklık ve normal atmosfer basıncı (1013.25 mbar) için hazırlanmışlardır.

PSİKROMETRİK DİYAGRAM



KURUTMA HESAPLARI İÇİN

PSİKROMETRİK DİYAGRAM

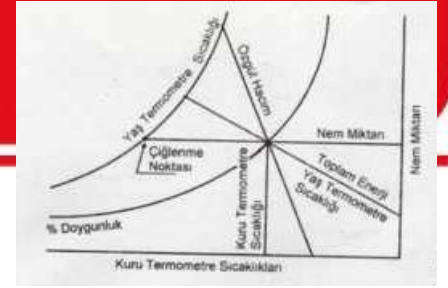
Pek çok diyagram veya grafikte :

- Kuru Termometre Sıcaklığı
- Yaş Termometre Sıcaklığı
- Nem Miktarı
- Yüzde Doygunluk
- Hava - Nem Karışımının Toplam Enerjisi
- Hava - Nem Karışımının Özgül Hacmi
- Çiğlenme Noktası
- Buhar Basıncı

gibi özellikler gösterilmiştir.

KURUTMA HESAPLARI İÇİN

PSİKROMETRİK DİYAGRAM



Grafik üzerinde bulunan

- ***Doygunluk Eğrisi***, herhangi bir kuru termometre sıcaklığında 1 kg kuru havanın taşıyabileceği maksimum su buharı miktarını gösterir.
- ***Çiğlenme Noktası***, verilen bir nem miktarında havanın, soğutulduğu taktirde doygun hale geleceği sıcaklıktır. Bu eğri, doygunluk eğrisi ile çakışmaktadır.

KURUTMA HESAPLARI İÇİN

PSİKROMETRİK DİYAGRAM



Grafik üzerinde bulunan

- **Yaş Termometre Sıcaklığı**, atmosfere açık bir su yüzeyinin, havadan suya verilen ısı miktarının, buharlaşan su tarafından (suyun gizli ısı yoluyla) havaya geri verilen ısı miktarına eşit olduğu anda ulaştığı dinamik denge sıcaklığı olarak tanımlanmaktadır. Belirli bir sıcaklıkta hava, doygunluğa ulaştıktan sonra herhangi bir ilave miktar su buharını alması mümkün değildir ve bu noktadan sonra su yüzeyinden de buharlaşma olmaz. Kuru ve Yaş termometre sıcaklıkları bu noktada birbirlerine eşit olurlar.

KURUTMA HESAPLARI İÇİN

PSİKROMETRİK DİYAGRAM



- Hava akımının yüzde doygunluk miktarı düşürülürse, su buharı alma özelliği, kapasitesi artar ve dolayısıyla yaş termometre sıcaklığı aşağıya düşer. Kuru ve Yaş termometre sıcaklıkları arasındaki fark, yaş termometre alçaklığı şeklinde ifade edilir. Hava akımı tamamen kuru olduğu taktirde bu ifade bir teorik maksimum değere ulaşır ama pratikte hiçbir zaman bu değer elde edilemez.

KURUTMA HESAPLARI İÇİN

PSİKROMETRİK DİYAGRAM

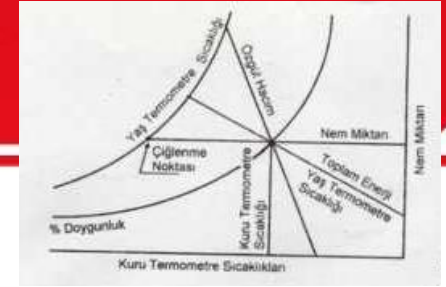


Grafik üzerinde bulunan

- **Hava - Nem Karışımının Toplam Enerjisi** veya **Entalpisi**, 1 kg kuru havanın duyulur ısısı, bu hava - nem karışımında bulunan su buharının enerjisi ve eğer kızgın buhar ise onun kısmi basıncından oluşan toplam enerjidir. Eğer, değerlendirmeye alınan nokta doygunluk eğrisi üzerinde ise, buharın kızgın olması sözkonusu değildir.

KURUTMA HESAPLARI İÇİN

PSİKROMETRİK DİYAGRAM



Grafik üzerinde bulunan

- **Özgül Hacim** , psikrometrik diyagramlarda genellikle bu şekilde kullanılan görünür özgül hacim, 1 kg kuru hava ihtiva eden hava - nem karışımının m^3 olarak hacmidir.

KURUTUCU VERİMİ

Kurutma işlemlerinde ısı enerjisi ;

- Kurutucuya giren havanın sıcaklığının yükseltilmesi,
- Kurutulacak malzemenin sıcaklığının yükseltilmesi,
- ✓ Kurutulacak malzemedeki suyun sıcaklığının yükseltilmesi ve buharlaştırılması,
- Kurutucu yüzeyinden örneğin radyasyon, konveksiyon, kaçaklar vb. şekilde olan ısı kayıplarının karşılanması

amacıyla kullanılır.

KURUTUCU VERİMİ

Bu alanlardan sadece 3. s, yani kurutulacak malzemedeki suyun (nemin) sıcaklığının yükseltilmesi ve buharlaştırılması için tüketilen enerji, yararlı olanıdır.

Bu nedenle kurutma proseslerinde, 3. madde için tüketilen enerji, toplam enerji tüketimine (1 - 4 maddelerin toplamı) bölünmek suretiyle ısıl verim hesaplanır.

$$\frac{3}{1+2+3+4}$$

KURUTMA SİSTEM VE TESİSLERİNİN SINIFLANDIRILMASI

Malzeme kurutma için kullanılan çok çeşitli tesis ve sistem mevcuttur. Burada sadece, ana tipler ile ilgili kısa bilgi verilecektir.

Kurutucuları iki ana grupta toplamak mümkündür :

- Konveksiyon tipi kurutucular:
- Kondüksiyon veya Kontakt tip kurutucular:

- **Konveksiyon tipi kurutucular:**

Bu tip kurutucular zaman zaman direkt tip kurutucular olarak da isimlendirilebilirler, çünkü buharlaşmayı sağlayan akışkan, genellikle hava veya sıcak gazlar, kurutulacak malzeme üzerine direkt olarak çarptırılır veya temas ettirilir ve buharlaşan nem ortamdan bu hava veya gaz akımı yoluyla uzaklaştırılır. Örnek olarak kurutma odaları, pnömatik, spray, tünel tipi kurutucular verilebilir.

- **Kondüksiyon veya Kontakt tip kurutucular:**
İndirekt kurutucu olarak da isimlendirilebilen bu kurutucularda, kurutulacak ıslak malzemenin üzerinde durduğu bir plaka veya metal duvar vasıtasıyla buharlaştırma işlemi gerçekleştirilir. Bu tip kurutuculara örnek olarak, kağıt makinelerindeki kurutucu silindirler veya boya - baskı makinelerindeki kurutucu silindirler gibi sürekli levha veya tabaka türü malzeme kurutulan sistemler verilebilir.

KURUTMA SİSTEM VE TESİSLERİNİN SINIFLANDIRILMASI

Direkt tip olarak isimlendirilebilmesine rağmen, (a) grubundaki kurutucularda da ısıtmanın indirekt olabileceği unutulmamalıdır.

Isıtıcı / buharlaştırıcı akışkan olan hava, buhar, sıcak su veya kızgın yağ kullanılan bir ısı aktarım ünitesinde indirekt olarak ısıtılabilir.

Veya bir yanma odasından elde edilen sıcak gazlarla direkt olarak da ısıtılabilir.

KURUTMA SİSTEM VE TESİSLERİNİN SINIFLANDIRILMASI

Isıtıcı / buharlaştırıcı akışkanın indirekt olarak ısıtılması yöntemi örneğin kumaş kurutma sistemlerinde olduğu gibi, malzemenin kirlenmesinin istenmediği alanlarda kullanılmaktadır.

Direkt ısıtma ise örneğin gübre sanayiinde döner tip kurutucular gibi sistemlerde uygun bir ısıtma türü olabilir.

(b) grubundaki kurutucularda ise tamamen denilebilecek ölçüde indirekt ısıtma sistemi kullanılmaktadır.

Isıtıcı akışkan olarak; istenen sıcaklık derecesine göre çoğunlukla, buhar, sıcak su, kızgın yağ, pek az uygulamada sıcak yanma ürünü gazlar kullanılmaktadır.

KURUTMA SİSTEM VE TESİSLERİNİN SINIFLANDIRILMASI

Bu iki ana gruba ilave olarak farklı iki tip kurutucudan da bahsetmek gerekir. Bunlar; radyant ısı kurutucular ve dielektrik veya mikrodalga kurutuculardır. Dielektrik veya mikrodalga kurutucularda ısı, MHz radyo (10 - 300 MHz) ve mikrodalga (300 - 3000 MHz) frekanslarında alternatif akımlı elektrik alanına konmuş ayrı ayrı parçacıklı yapıya sahip malzemelerin kütlelerinde üretilir.

KURUTMA SİSTEM VE TESİSLERİNİN SINIFLANDIRILMASI



Mikrodalga Kurutucular



KURUTMA SİSTEM VE TESİSLERİNİN SINIFLANDIRILMASI

Alternatif alanda su molekülleri titreşmeye başlarlar ve bu hareket sonucunda oluşan ısı vasıtasıyla buharlaşma gerçekleşir. Bu metot sadece iletken olmayan malzemelere uygulanabilir.

Bununla birlikte su da bu metotla ısıtılabilir ve örneğin sentetik elyaf gibi özelliği olan bazı malzemeler için bu kurutma metodu özellikle uygundur.

KURUTMA SİSTEM VE TESİSLERİNİN SINIFLANDIRILMASI



Radyant Kurutucular



<http://www.glenro.com/infrasys-gas.html>

KURUTMA SİSTEM VE TESİSLERİNİN SINIFLANDIRILMASI

Şu da belirtilmelidir ki bu genel sınıflandırma tamamen tercihe dayalı bir sınıflandırmadır. Bazı kurutucular örneğin silindir veya kontakt tip kurutucular konveksiyon ve radyant tip kurutucu sistemlerin bir kombinasyonu olabilir. Bir içten ısıtmalı silindir tipi kurutucuya sıcak gaz konveksiyonlu sistem veya radyant element ihtiva eden bir davlumbaz ilavesi ile yeni bir tür kompleks kurutucu oluşturmak imkan dahilindedir.

KURUTMA SİSTEM VE TESİSLERİNİN SINIFLANDIRILMASI

Kurutma tesisi kurmak için önemli miktarda yatırım maliyeti gerektiği gibi, bunların işletim, bakım - onarım ve enerji tüketim maliyetleri de oldukça yüksektir. Yeni bir tesisin kurulması için karar verme aşamasında tüm ilgili faktörler de göz önüne alınmak suretiyle bir ekonomik değerlendirme yapılmalıdır. Mevcut kurutucuların verimlerinin artırılması imkanı, pratik uygulamalarda ısı veriminin ve üretim miktarının pek çok kurutucuda artırılabilirdiği artırıldığı, hiçbir zaman için unutulmamalıdır.

KURUTMA SİSTEM VE TESİSLERİNİN SINIFLANDIRILMASI

- Bu kurutucular birkaç şekilde olabilir. Bunlar ;

Kurutucu Tipi	İşletim Prensibi
Konveksiyon tipi kurutucular,	
Kurutma Odaları	Kesikli, Sürekli, Yarı Sürekli
Kabin (Dolap) Tipi Kurutucular (Örneğin tepsili kurutucular)	Kesikli
Konveyör (Bantlı) Kurutucular	Sürekli
Tünel Kurutucular	Sürekli, Yarı Sürekli
Döner Kurutucular	Sürekli
Düşey Silindirik Kurutucular	Sürekli
Spray Kurutucular	Sürekli
Hava Süpürmeli Döner Kurutucular	Sürekli
Pnömatik Kurutucular	Sürekli

KURUTMA SİSTEM VE TESİSLERİNİN SINIFLANDIRILMASI

- Bu kurutucular birkaç şekilde olabilir. Bunlar ;

Kurutucu Tipi	İşletim Prensibi
Kondüksiyon veya Kontakt tip kurutucular	
Silindirli Kurutucular	Sürekli
Vakum Kurutucular	Kesikli
Soğutmalı - Dondurmalı Kurutucular	Kesikli

KONVEKSİYON TİPİ KURUTUCULAR

- Kurutma Odaları

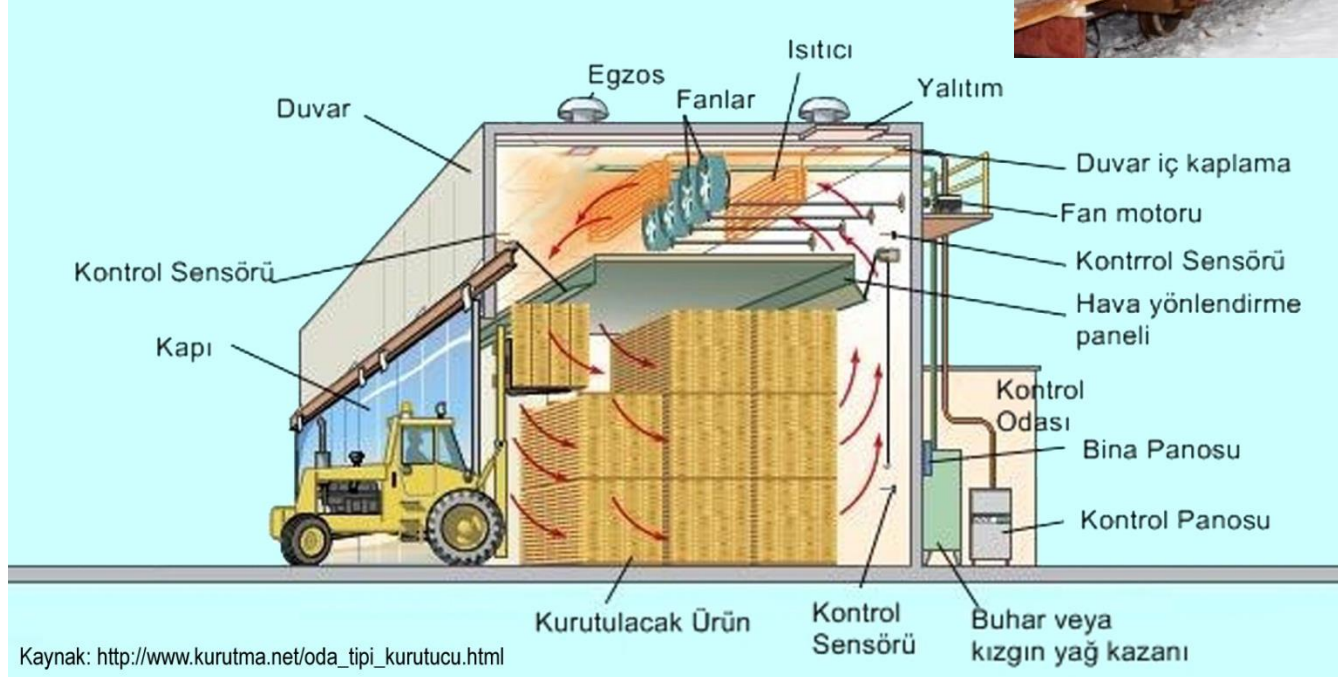
Kurutmanın en basit metodu, kurutulacak malzemeyi içerisinde sıcak hava dolaştırılan bir oda veya kapalı bölme içerisine koymaktır. Bu metod, tuğla, bina inşaat malzemeleri (kütükler, doğramalar), ahşap levhalar, sentetik elyaf levhalar, dökümhane toprağı vb gibi geniş hacimlere sahip malzemelerin kurutulması için özellikle uygundur.

KONVEKSİYON TİPİ KURUTUCULAR

- Kurutma Odaları



<http://pylomatery.com/>



Kaynak: http://www.kurutma.net/oda_tipi_kurutucu.html

KONVEKSİYON TİPİ KURUTUCULAR

(Kurutma Odaları)

Kurutulacak malzeme, kurutma odasına simetrik olarak düzgün bir şekilde yerleştirilir, bu sayede her bir parçanın kurutucu akışkan ile maksimum yüzeyde maksimum alanda temas etmesi sağlanmış olur.

Malzemeyi tekerlekli sehpa üzerinde istiflemek de mümkündür.

Sıcak hava, bu havayı nemli malzeme üzerine eşit miktarlarda dağıtacak şekilde üfleyici çıkış ağzları olan kanallar vasıtasıyla oda içerisinde dolaştırılır.

KONVEKSİYON TİPİ KURUTUCULAR

(Kurutma Odaları)

Maksimum ısı veriminin sağlanması için odayı dolaşmasından sonra nemli sıcak hava alınır, nemi bir miktar giderilir, ısıtılır ve odaya geri gönderilerek yeniden kullanılır. Bir miktar nemli havanın odadan dışarıya kaçması ve yerine yeni taze hava girmesine izin verilerek nem kontrolü sağlanır.

KONVEKSİYON TİPİ KURUTUCULAR

- Kabin (Dolap) Tipi Kurutucular veya Tepsili Kurutucular

Bu tür kurutucular, boyalar, pigmentler, kimyasal maddeler, gıda maddeleri, seramik eşyalar, tekstil ürünleri ve peynir gibi çok geniş bir alana yayılmış malzemelerin kurutulması amacıyla kullanılabilirler.

Malzeme parmaklıklı raflar üzerine konabilir veya asılabilir, tepsilere konarak buraya yerleştirilebilir.

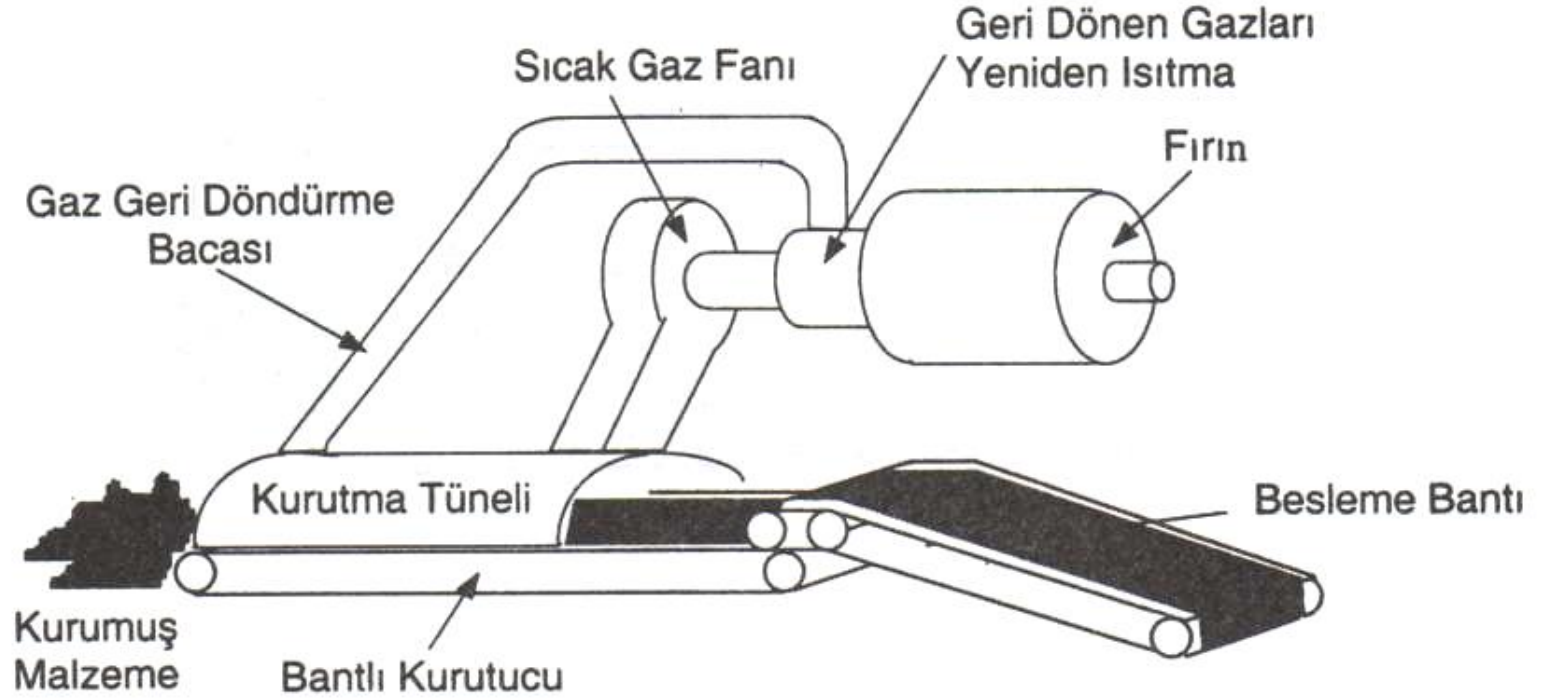
KONVEKSİYON TİPİ KURUTUCULAR

- Bantlı (Konveyör) Kurutucular

Bu kurutucuda, atmosfere ya tamamen yada kısmen açık veya tünel benzeri bir çatı ile tamamen üzeri örtülmüş bir konveyör (yürüyen bant) bulunmaktadır. Kurutulacak malzeme bant üzerine serilir ve tünel boyunca yürütülür. Sıcak kurutucu gazlar, kurutucunun bir ucundan diğer ucuna doğru gönderilebileceği gibi, bant elek gibi çok ince delikli bir yapıya sahip olduğu için aşağıdan yukarıya veya tam tersi olmak üzere malzeme içerisinden de geçirilebilir.

KONVEKSİYON TİPİ KURUTUCULAR

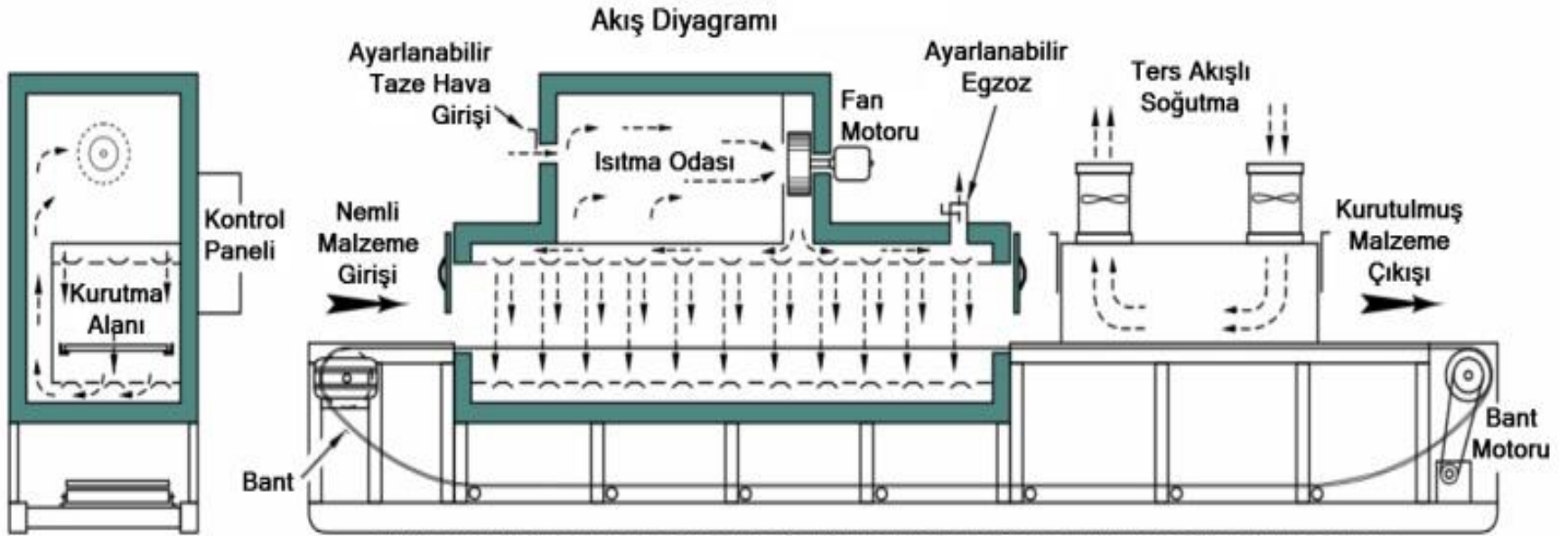
(Bantlı (Konveyör) Kurutucular)



Şekil 17.1 Bantlı (Konveyör) Kurutucu

KONVEKSİYON TİPİ KURUTUCULAR

(Bantlı (Konveyör) Kurutucular)



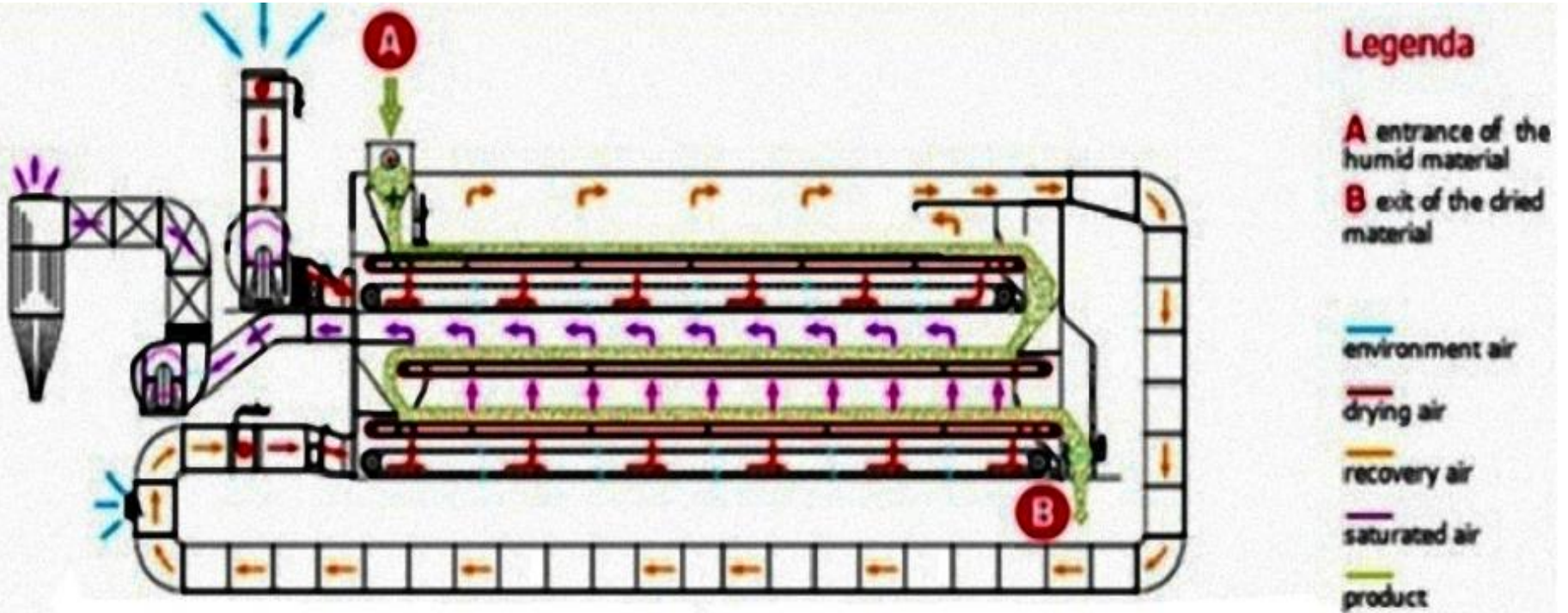
Isıtılmış sıcak kurutma havası bant üzerindeki kurutulacak malzeme üzerine yukarıdan aşağıya doğru gönderilir.



<http://www.sepor.com/wp-content/uploads/2014/10/conveyor-oven.png>

KONVEKSİYON TİPİ KURUTUCULAR

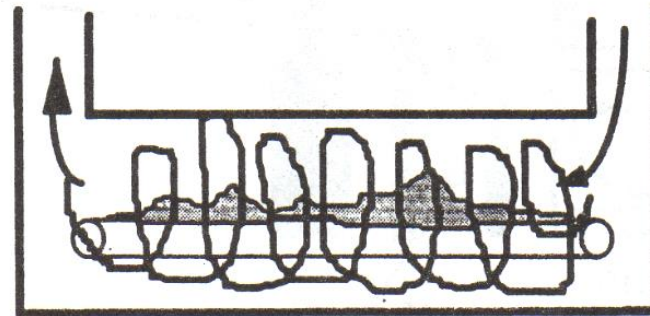
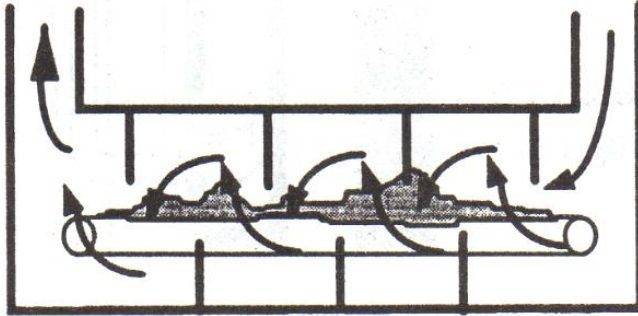
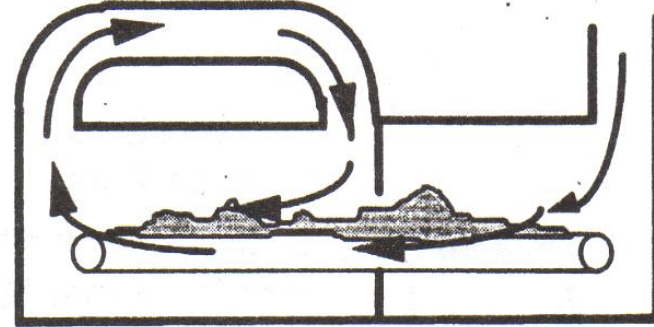
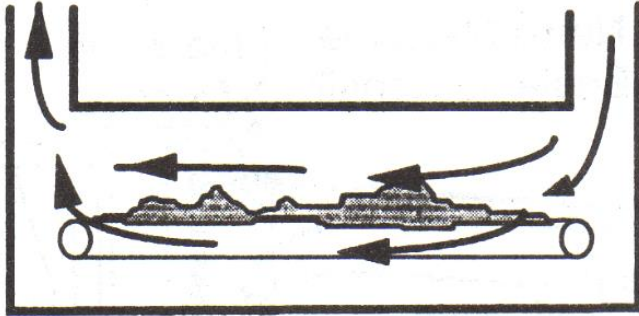
(Bantlı (Konveyör) Kurutucular)



<http://cnweilite.en.alibaba.com/product/666641248-213258857>

KONVEKSİYON TİPİ KURUTUCULAR

(Bantlı (Konveyör) Kurutucular)



Şekil 17.1.a Bantlı Kurutucuda Gazların Geçiş Şekilleri

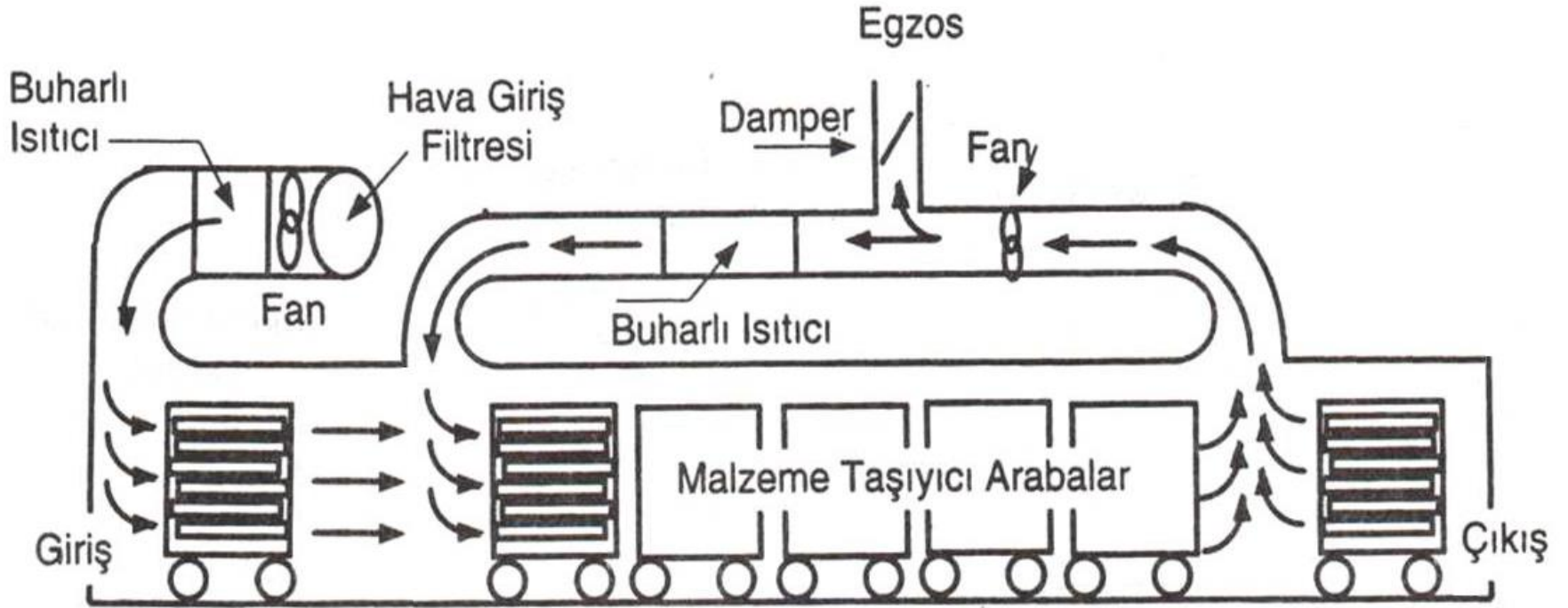
KONVEKSİYON TİPİ KURUTUCULAR

- Tünel Kurutucular

Bu tip kurutucular, bantlı kurutuculara benzer fakat, kurutulacak malzeme tekerlekli bir taşıyıcı (araba) üzerine istiflenir ve kurutma tüneli boyunca hareket ettirilir. Bir araba üzerindeki malzeme kurduğunda kurutucudan dışarıya itilmek suretiyle dışarıya alınır. Tünel kurutucu içerisindeki diğer arabalar bir kademe ilerletilir ve girişte boşalan yere dışarıdan nemli malzeme taşıyan bir araba alınır

KONVEKSİYON TİPİ KURUTUCULAR

(Tünel Kurutucular)



Şekil 17.2 Tünel Kurutucu

KONVEKSİYON TİPİ KURUTUCULAR

- Döner Kurutucular

- Tek Cidarlı (Basit) Döner Kurutucular

Bu tür kurutucular, iç kısmında pek çok sayıda (kurutucunun boyunca uzanan) raf benzeri savurucu kanatçıklar bulunan bir yatay silindirden oluşur. Bu silindir, merkezinden geçen bir eksene göre dönme hareketi yapmasına imkan veren tekerleklerden oluşan ve genellikle kurutucunun çıkış kısmı olan alt ucuna doğru hafif bir şekilde azalan bir eğime sahip bir yatağa yerleştirilmiştir.

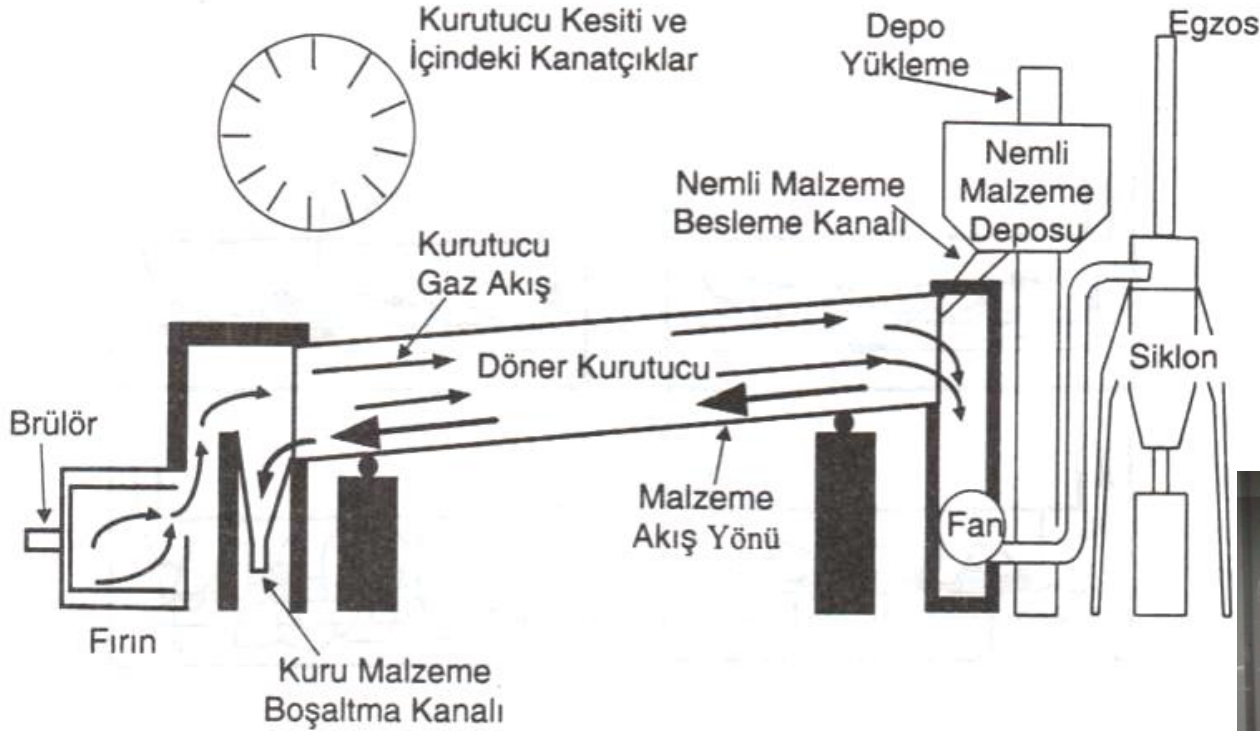
KONVEKSİYON TİPİ KURUTUCULAR

(Tek Cidarlı Döner Kurutucular)

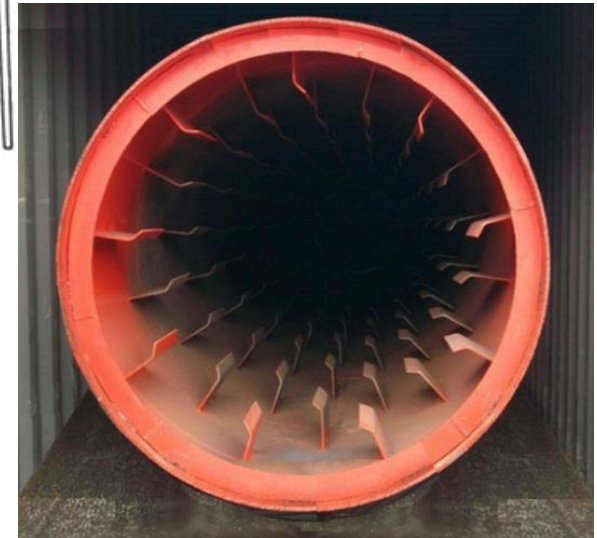
Kurutucu silindir içerisinde boylamasına yerleştirilmiş savurucu kanatçıklar, kurutmanın her yerde aynı olmasını sağlamak için, malzemenin döndürülmesi veya sıcak gaz akımı içerisine savrulması amacıyla kullanılmaktadır. Kurutulacak malzeme silindirin üst kısmından kurutucuya beslenir ve alt ucuna doğru düşmeye başlar, silindir döndükçe bu kanatçıklar malzemeyi alır, silindir eksenine göre üst kısma çıkartır ve yeniden aşağıya sıcak kurutucu gazlar içerisine bırakırlar veya bir başka deyişle savrulmasını sağlarlar.

KONVEKSİYON TİPİ KURUTUCULAR

(Tek Cıdarlı Döner Kurutucular)



http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0104-66322007000300006

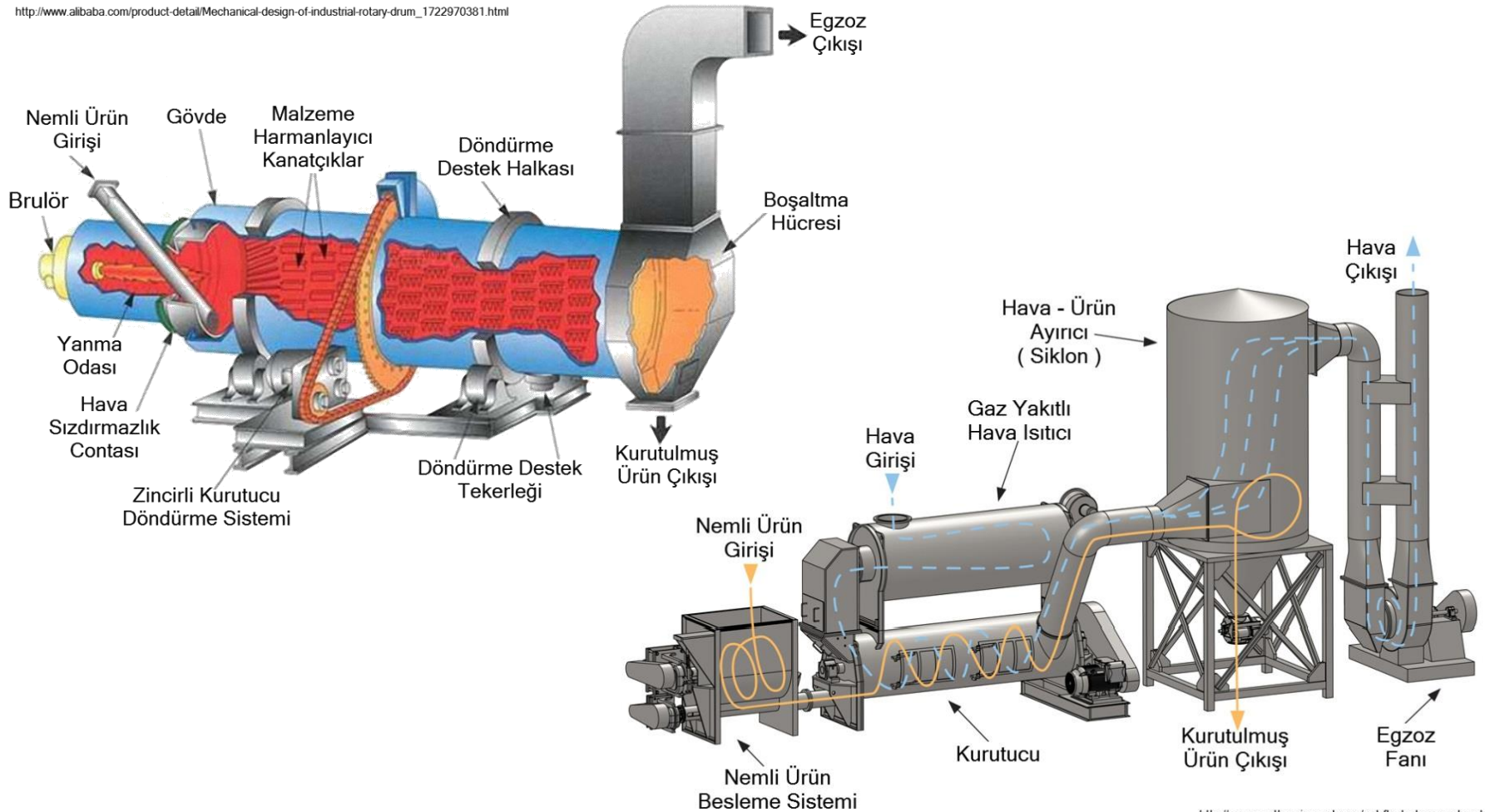


Şekil 17.3 Tek Cıdarlı Döner Kurutucu

KONVEKSİYON TİPİ KURUTUCULAR

(Tek Cidarlı Döner Kurutucular)

http://www.alibaba.com/product-detail/Mechanical-design-of-industrial-rotary-drum_1722970381.html



<http://www.scottequipment.com/ast-flash-dryer-system.html>

KONVEKSİYON TİPİ KURUTUCULAR

- Döner Kurutucular

- Çift Cidarlı Döner Kurutucular

Bu tür kurutucularda gövde iç içe geçmiş iki silindirden oluşmuştur. Sıcak kurutucu gazlar içte bulunan silindir içerisinden ileriye doğru hareket eder, daha sonra dış silindir ve iç silindir arasındaki boşluktan geriye dönerek yolunu tamamlar ve bir emiş fanı vasıtasıyla kurutucudan dışarıya atılır.

KONVEKSİYON TİPİ KURUTUCULAR

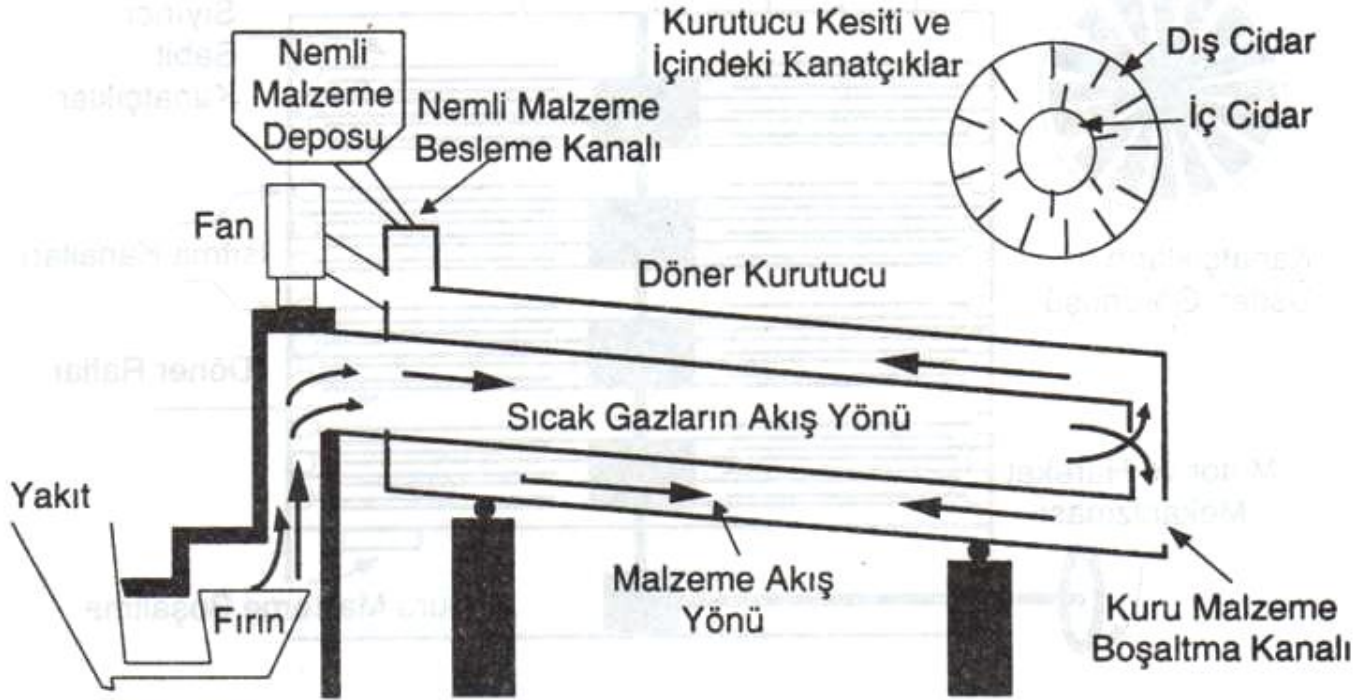
(Çift Cidarlı Döner Kurutucular)

Kanatçıklar hem iç kısımda bulunan silindirin dış yüzeyinde, hem de dış silindirin iç yüzeyinde bulduklarından bu kurutuculara çift kanatçıklı kurutucular da denmektedir.

Kurutulacak malzeme genellikle, kurutucunun (sıcak gazların elde edildiği) yanma bölmesi olan tarafından, iki silindir arasındaki boşluğa beslenir.

KONVEKSİYON TİPİ KURUTUCULAR

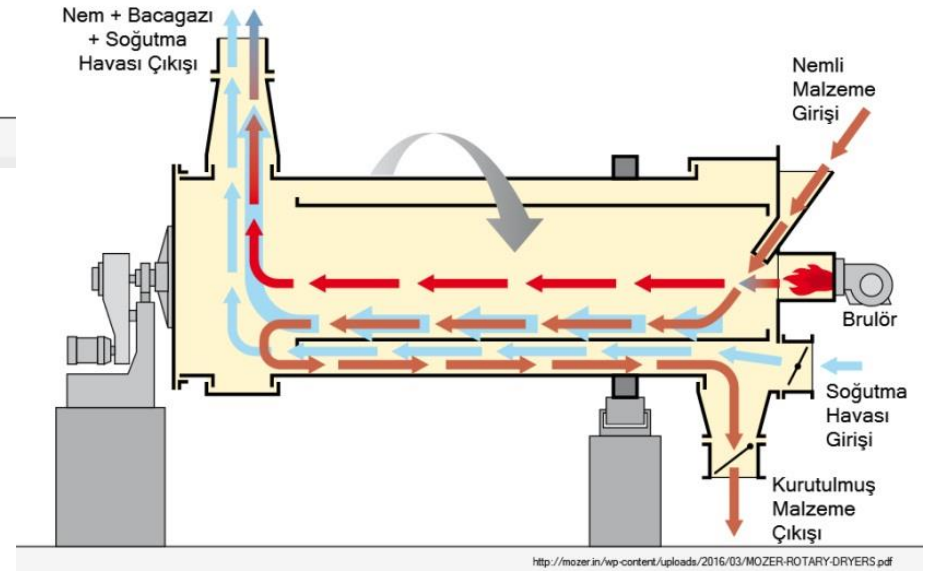
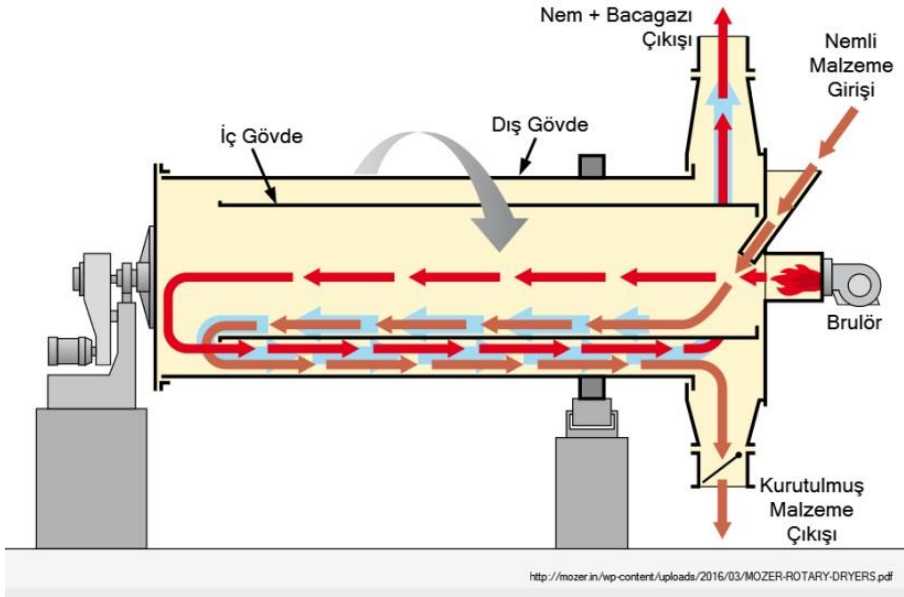
(Çift Cidarlı Döner Kurutucular)



Şekil 17.4 Çift Cidarlı Döner Kurutucu

KONVEKSİYON TİPİ KURUTUCULAR

(Çift Cidarlı Döner Kurutucular)



KONVEKSİYON TİPİ KURUTUCULAR

- Döner Kurutucular

- Özel Tip Döner Kurutucular

Bir tür kurutucularda, yatay bir silindirin iç kısmına çepere yakın olarak yerleştirilmiş bir seri kanal bulunmakta ve sıcak gazlar bir fan yardımıyla bu kanallar içerisinden geçirilmektedir. Sıcak gazlar bu kanallarda bulunan üfleyici ağızlar vasıtasıyla kurutucu silindir içerisine üflenir. Bu ağızlar o şekilde tasarımlanmıştır ki, malzemenin bu ağızlardan geriye, kanallar içine kaçması mümkün değildir.

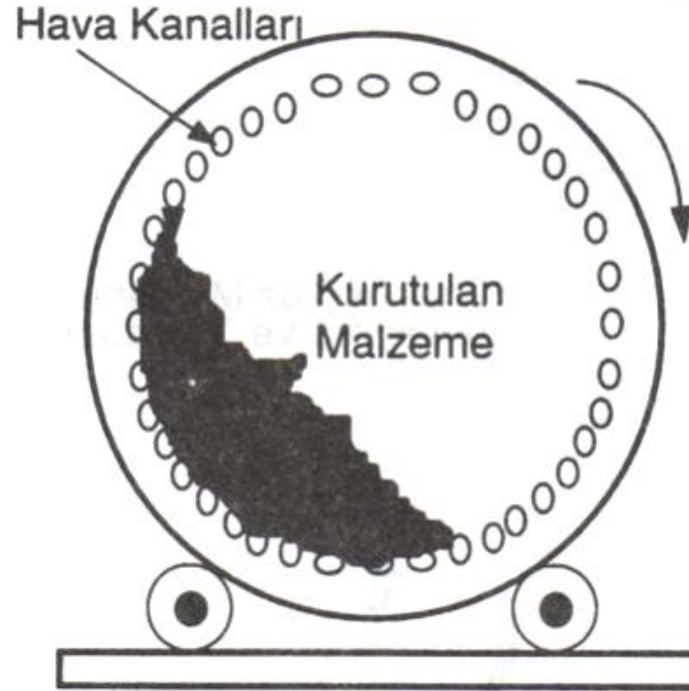
KONVEKSİYON TİPİ KURUTUCULAR

(Özel Tip Döner Kurutucular)

Kurutulacak malzeme silindir içerisine beslenir ve bir kenara yığılması sağlanır, döndürülmek ve karıştırılmak suretiyle diğer kenara yığılır, bu sırada üfleyici ağızlar içerisinden üflenen hava malzeme içerisinden geçer, onu dağıtmak, püskürtmek suretiyle iyice karışmasını, harmanlanmasını sağlar. Bu işlemler kurutma süresi boyunca tekrarlanır

KONVEKSİYON TİPİ KURUTUCULAR

(Özel Tip Döner Kurutucular)

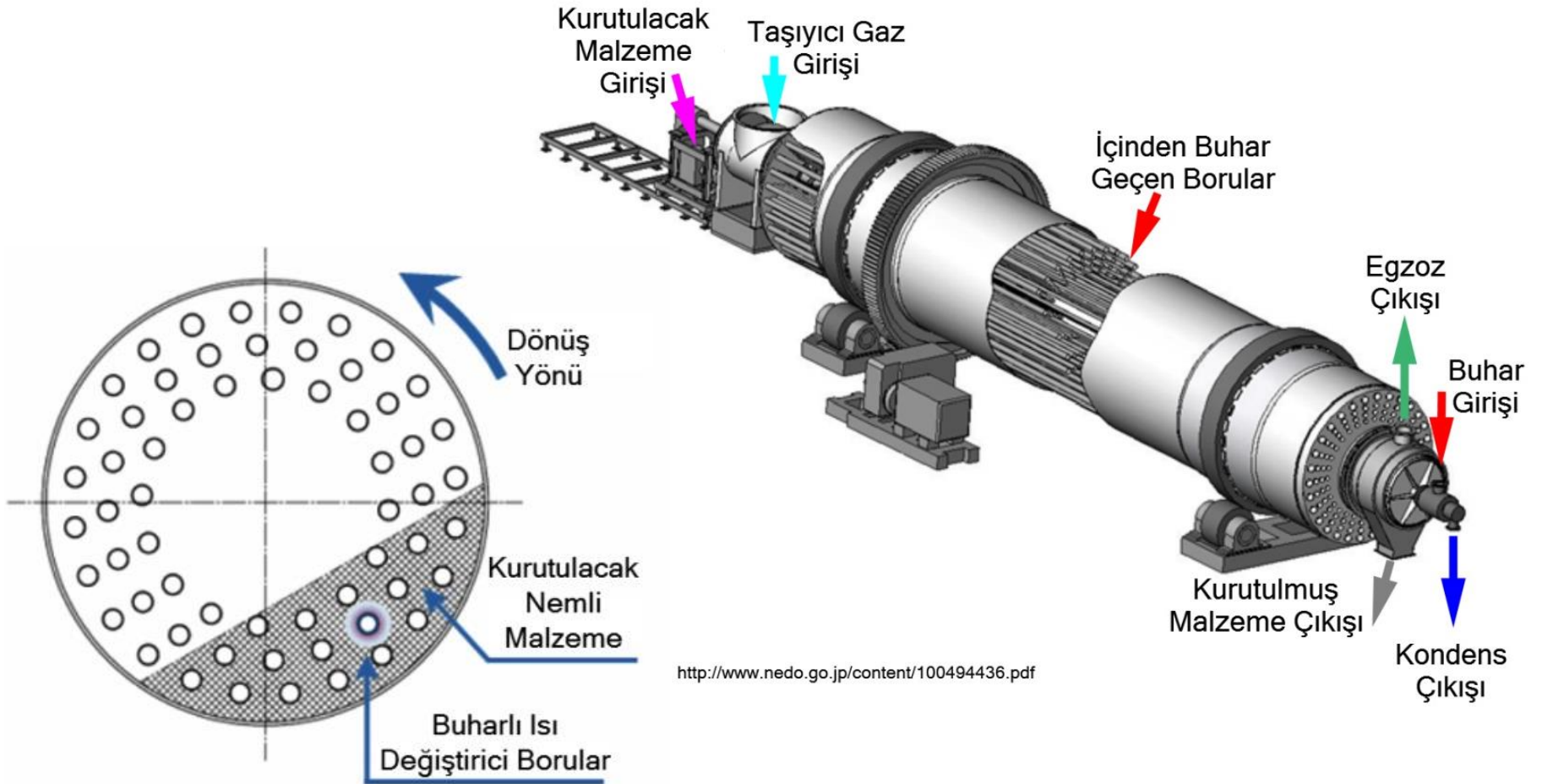


Şekil 17.5

Özel Tip Döner Kurutucular

KONVEKSİYON TİPİ KURUTUCULAR

(Özel Tip Döner Kurutucular)



<http://www.nedo.go.jp/content/100494436.pdf>

<http://www.ubemachinery.co.jp/english/product/kiln-steam.html>

KONVEKSİYON TİPİ KURUTUCULAR

(Özel Tip Döner Kurutucular)

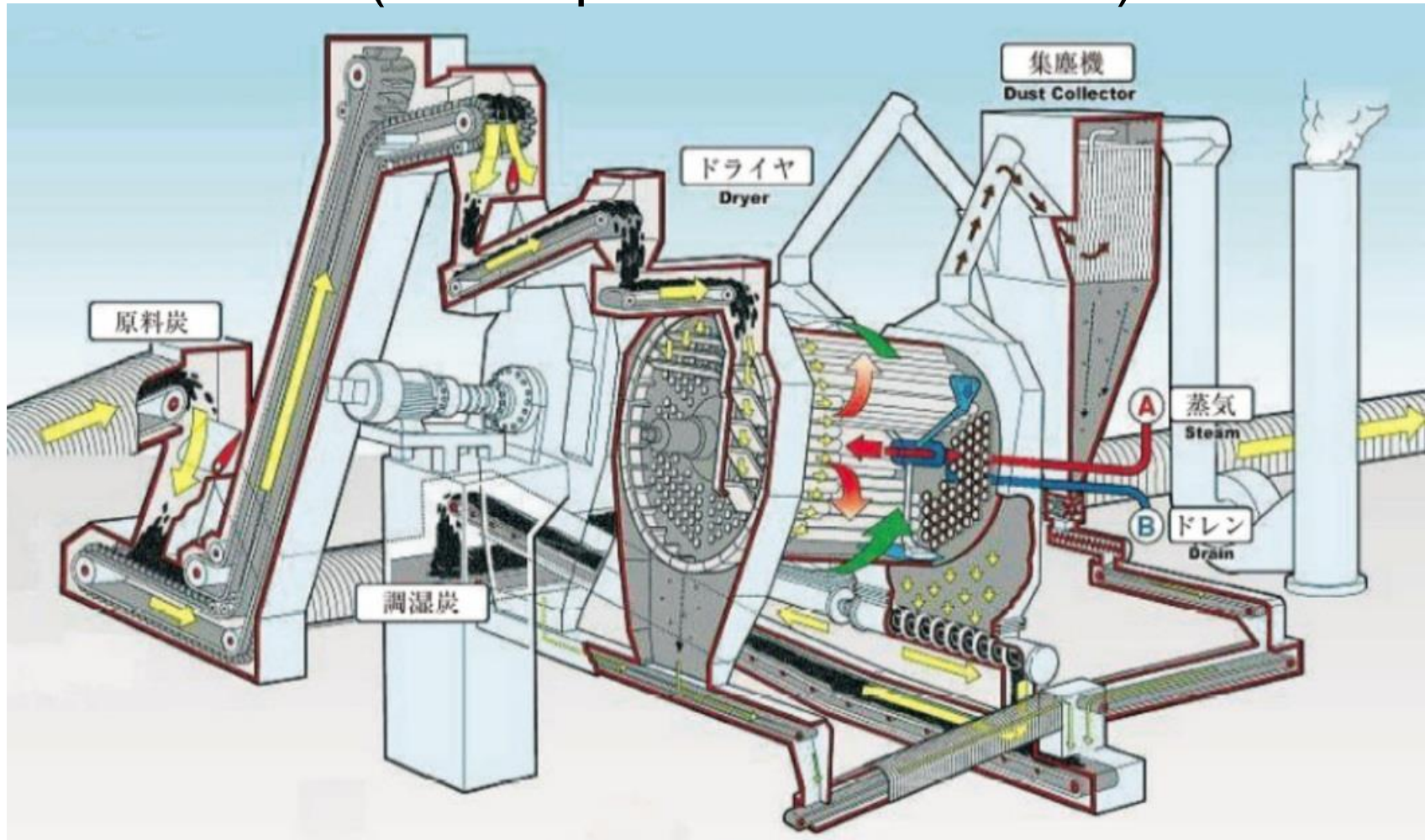


図3 CITドライヤによる原料炭調湿設備

Fig.3 Coal Moisture control plant using CIT dryer

KONVEKSİYON TİPİ KURUTUCULAR

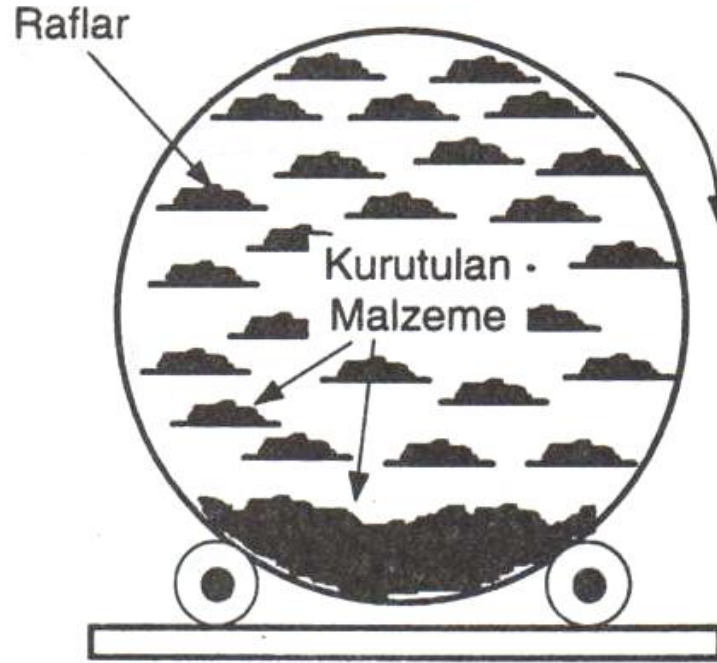
- Döner Kurutucular

- Özel Tip Döner Kurutucular

Bir başka tip özel kurutucuda, yatay durumda olan silindir içerisinde çapraz şekilde yerleştirilmiş çok sayıda raf bulunmaktadır. Kurutucunun bir dönüşünde dört kez olmak üzere, kurutulacak malzeme sürekli olarak bir raftan diğerine savrularak karıştırılır. Bu, kurutmanın her yerde aynı özelliği kazanmasını sağlar.

KONVEKSİYON TİPİ KURUTUCULAR

(Özel Tip Döner Kurutucular)



Şekil 17.6 Özel Tip Döner Kurutucular

KONVEKSİYON TİPİ KURUTUCULAR

- Düşey Silindirik Kurutucular

Düşey bir silindir içerisine yerleştirilmiş çok sayıda ortak eksenli tepsi veya raftan oluşan bu kurutucuda, kurutulacak malzeme en üst rafa beslenir, itelenmek ve aynı zamanda bir döner tirmik veya kazıyıcı vasıtasıyla altüst edilmek suretiyle karıştırılır, harmanlanır. Malzeme bir kez karıştığında ortak eksenli rafta bulunan yarıktan bir aşağıda bulunan rafa dökülür.

KONVEKSİYON TİPİ KURUTUCULAR

(Düşey Silindirik Kurutucular)

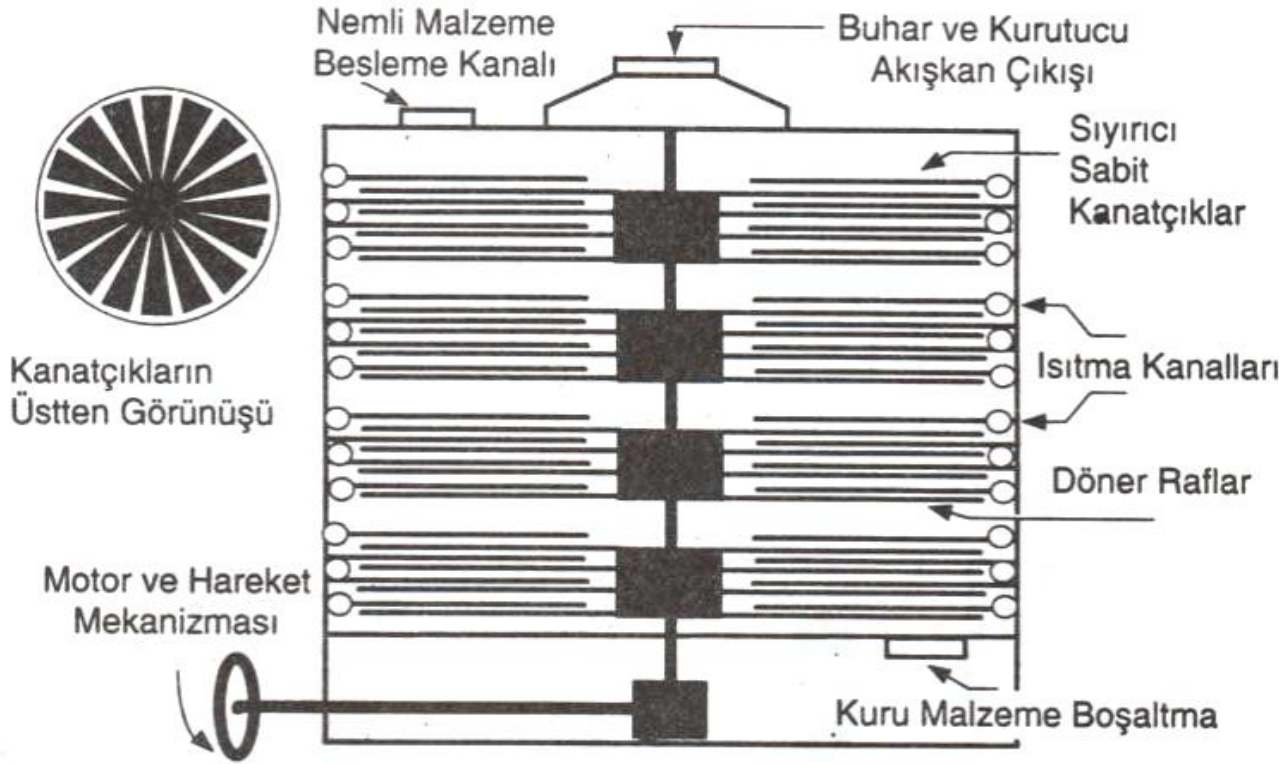
Bir alternatif olarak ise, ortak eksenli raflar bir merkezi mile bağlanır ve çevrilebilir. Bu durumda malzeme, hareketsiz olan tirmıklar vasıtasıyla karıştırılır.

Sıcak gazlar genellikle bir rafın veya tepsinin dış kısmını, bir sonrakinin iç kısmını yalayacak şekilde malzeme üzerinde dolaştırılır.

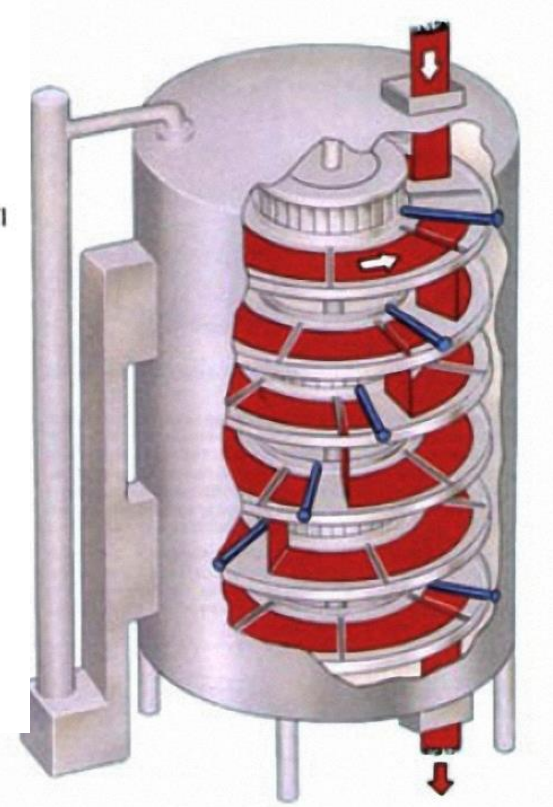
Tepsilerin etraflarında ortak eksenli buhar serpantinleri bulunmaktadır. Bunlar, tepsiler üzerinden geçen havanın ısıtılması ve yeniden ısıtılması amacıyla kullanılmaktadırlar.

KONVEKSİYON TİPİ KURUTUCULAR

(Düşey Silindirik Kurutucular)



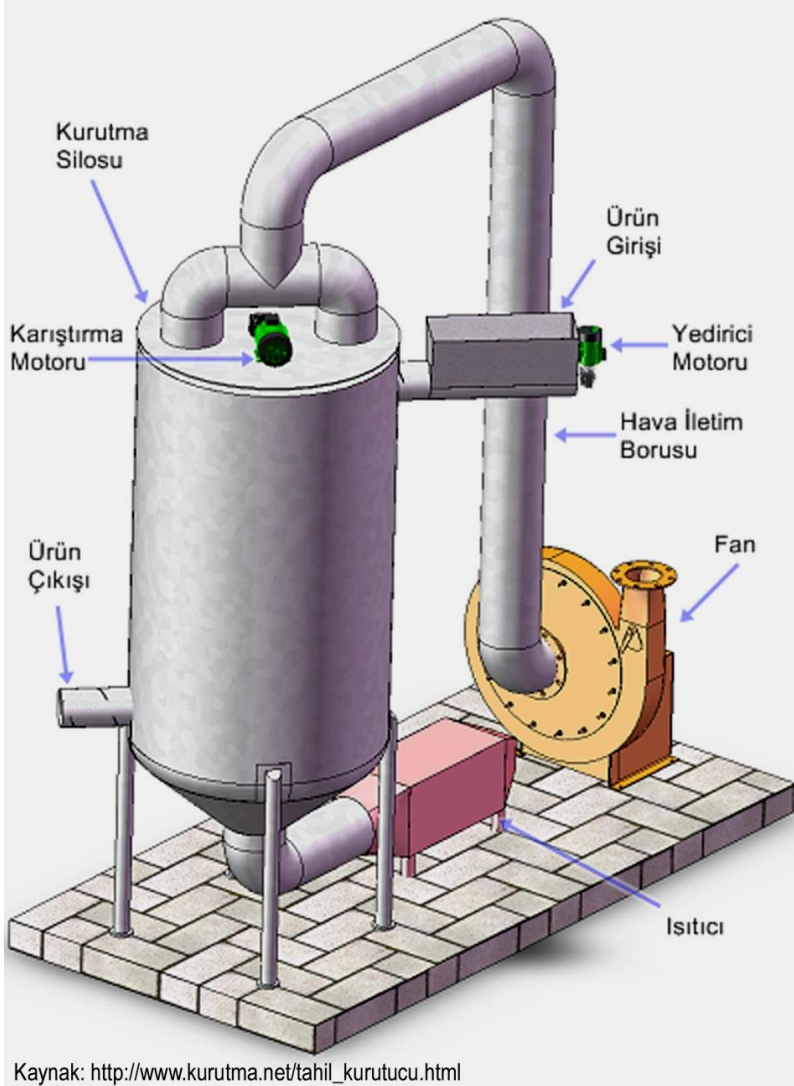
Şekil 17.7 Düşey Silindirik Kurutucu



http://www.wyssmont.com/product_detail.php?section=Dryers&id=1

KONVEKSİYON TİPİ KURUTUCULAR

(Düşey Silindirik Kurutucular)



KONVEKSİYON TİPİ KURUTUCULAR

- Spray Kurutucular

Spray kurutucular, sıvılar ve (sıvı veya) koyu sıvı denilebilecek miktarda çok su ihtiva eden karışımların kurutulması için kullanılırlar. Sıvı veya karışım, sıcak gazların dolaştığı bir oda içerisine spray şeklinde (atomize edilmiş halde) püskürtülür. Atomize edilmiş malzeme taneciklerinin toplam yüzey alanı bilindiği gibi çok büyük bir değere ulaşır. Taneciklerin kurutucu içerisindeki hareketleri bu yüksek değerdeki yüzey alanı ile birleştiğinde, hızlı kurutma için ideal bir ortam oluşur.

KONVEKSİYON TİPİ KURUTUCULAR

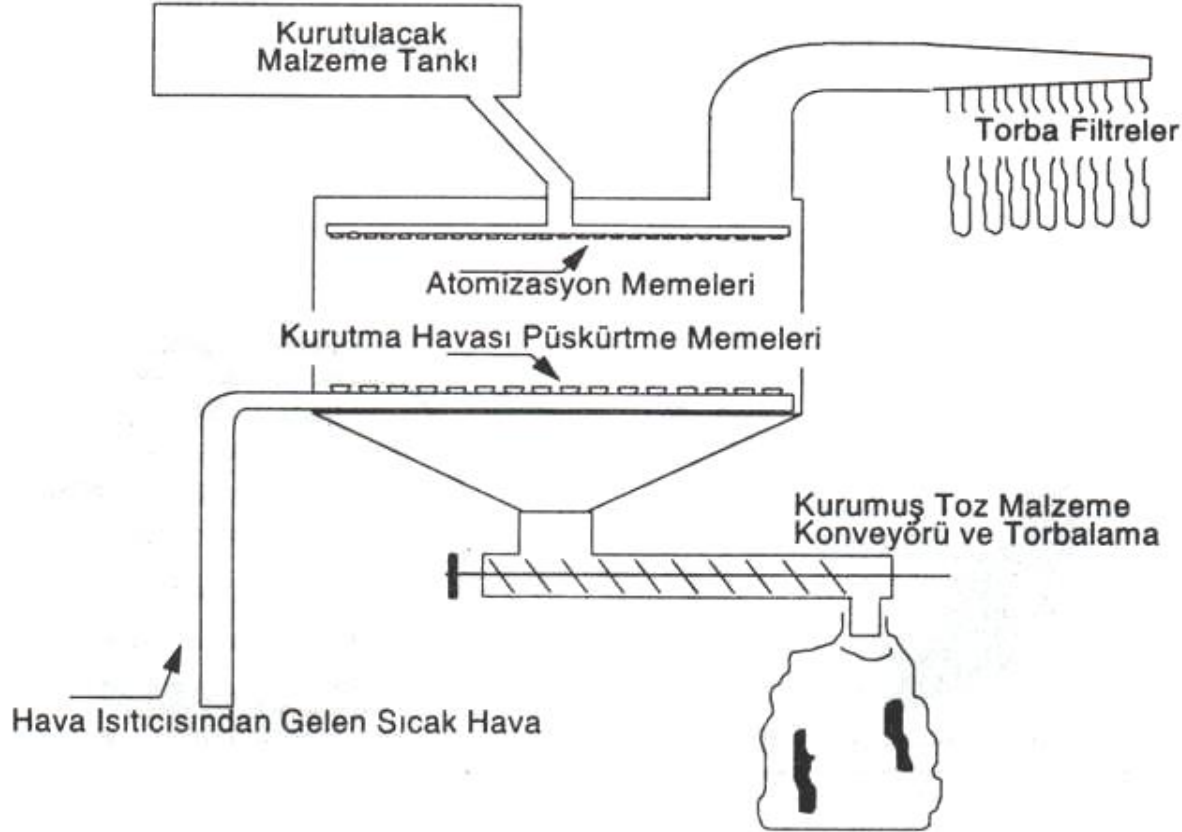
(Spray Kurutucular)

Spray kurutucular ile tatminkar sonuçlar elde etmek için, püskürtülecek sıvı karışımın atomize hale geldiğinde eşit büyüklükte tanecikler oluşturması çok önemlidir.

Eğer atomizasyon sonucunda farklı büyüklükte tanecikler oluşur ise, kurutma her tarafta eşit özelliklerde olmayabilir. Atomize olmuş taneciklerin yeterince dağılmadan kurummasını önlemek için, atomizasyonu sağlayan memeler veya sıvı malzeme iletim boruları, soğuk hava kanalları ile sarılmalıdır.

KONVEKSİYON TİPİ KURUTUCULAR

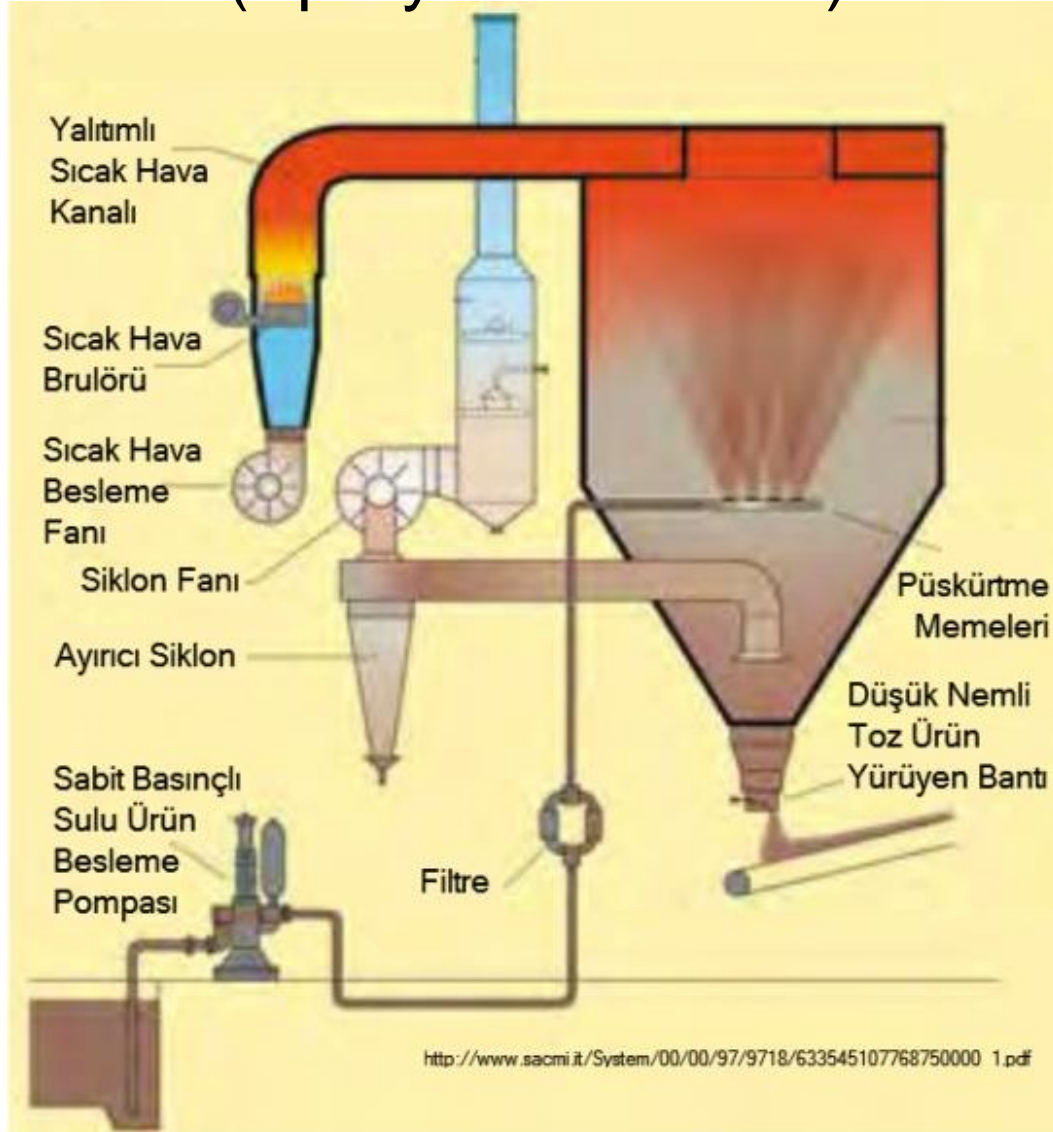
(Spray Kurutucular)



Şekil 17.8 Spray Kurutucu

KONVEKSİYON TİPİ KURUTUCULAR

(Spray Kurutucular)



KONVEKSİYON TİPİ KURUTUCULAR

- Hava Süpürmeli Döner Değirmenler

Bazı malzemelerin hem pülverize hale getirilmesi, hem de kurutulması gerekir, bu iki prosesin aynı anda gerçekleştirilmesi mümkündür. Bir örnek olarak tarımsal kireç veya tebeşir taşından tebeşir tozu elde edilmesi gösterilebilir. Ocaktan çıkartıldıkları zaman tebeşir tozu veya kireçtaşı ince tanecikler ve toz da içeren iri parçalar halindedirler.

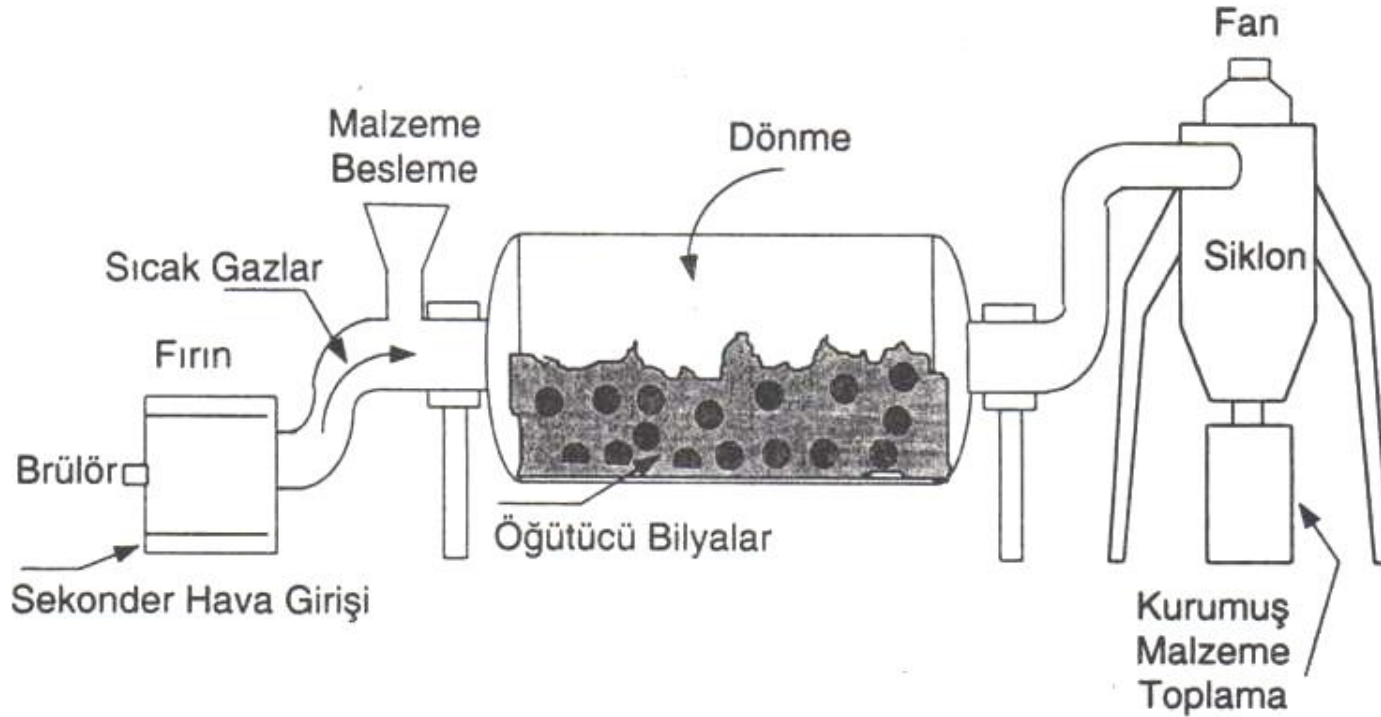
KONVEKSİYON TİPİ KURUTUCULAR

(Hava Süpürmeli Döner Değirmenler)

Bunların öğütülmesi, toz haline getirilmesi ve aynı anda da kurutulması bu değirmenler sayesinde aynı anda gerçekleştirilebilir. Hava süpürmeli döner değirmenler, çimento fırınlarına hammadde hazırlamakta da çoğunlukla kullanılırlar. Bir başka örnek ise ardı ardına öğütme, pülverize hale getirme ve kurutma işlemlerinin yapılması gereken pülverize kömür hazırlama işlemidir.

KONVEKSİYON TİPİ KURUTUCULAR

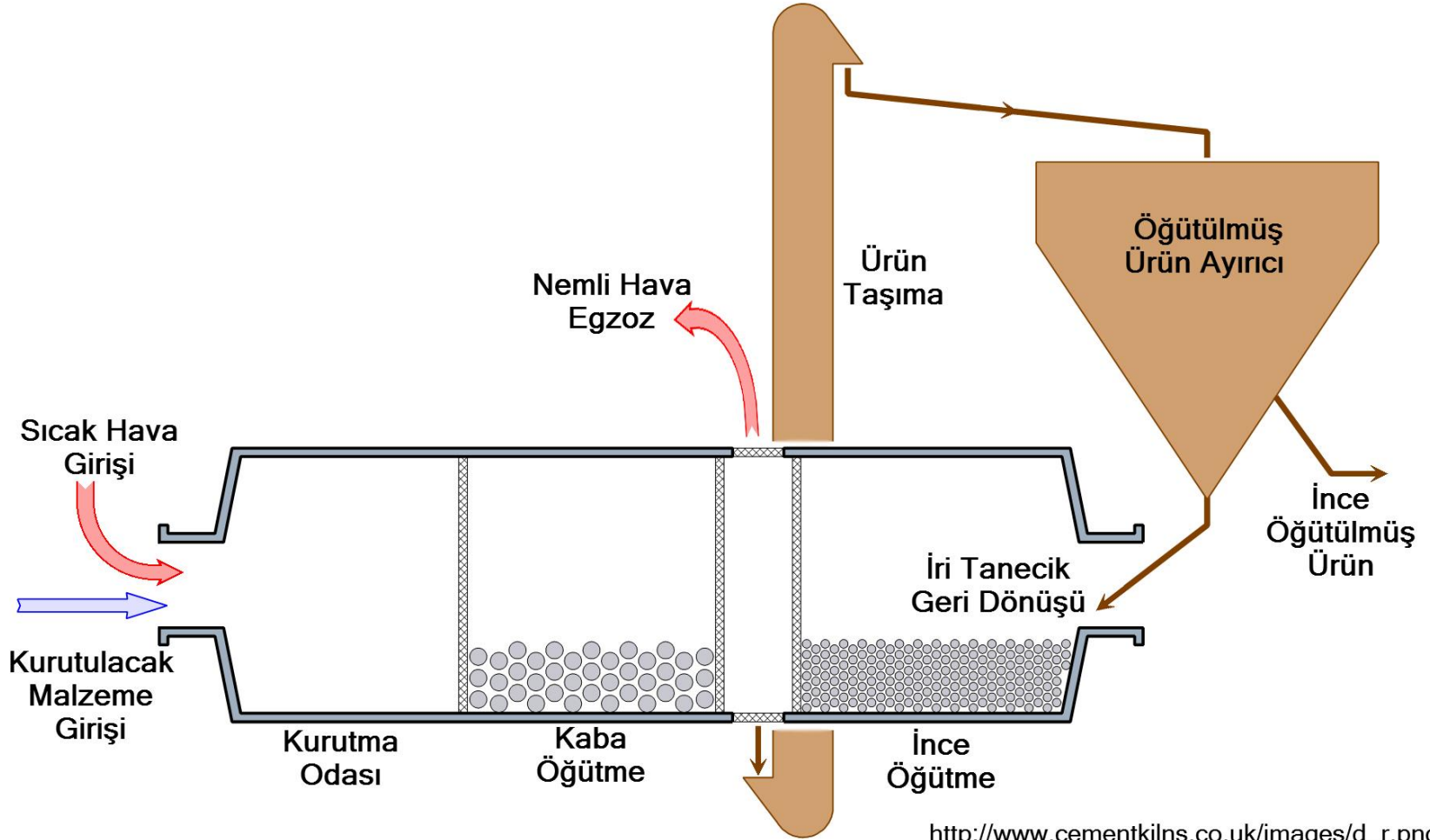
(Hava Süpürmeli Döner Değirmenler)



Şekil 17.9 Hava Süpürmeli Döner Değirmen

KONVEKSİYON TİPİ KURUTUCULAR

(Hava Süpürmeli Döner Değirmenler)



http://www.cementkilns.co.uk/images/d_r.png

KONVEKSİYON TİPİ KURUTUCULAR

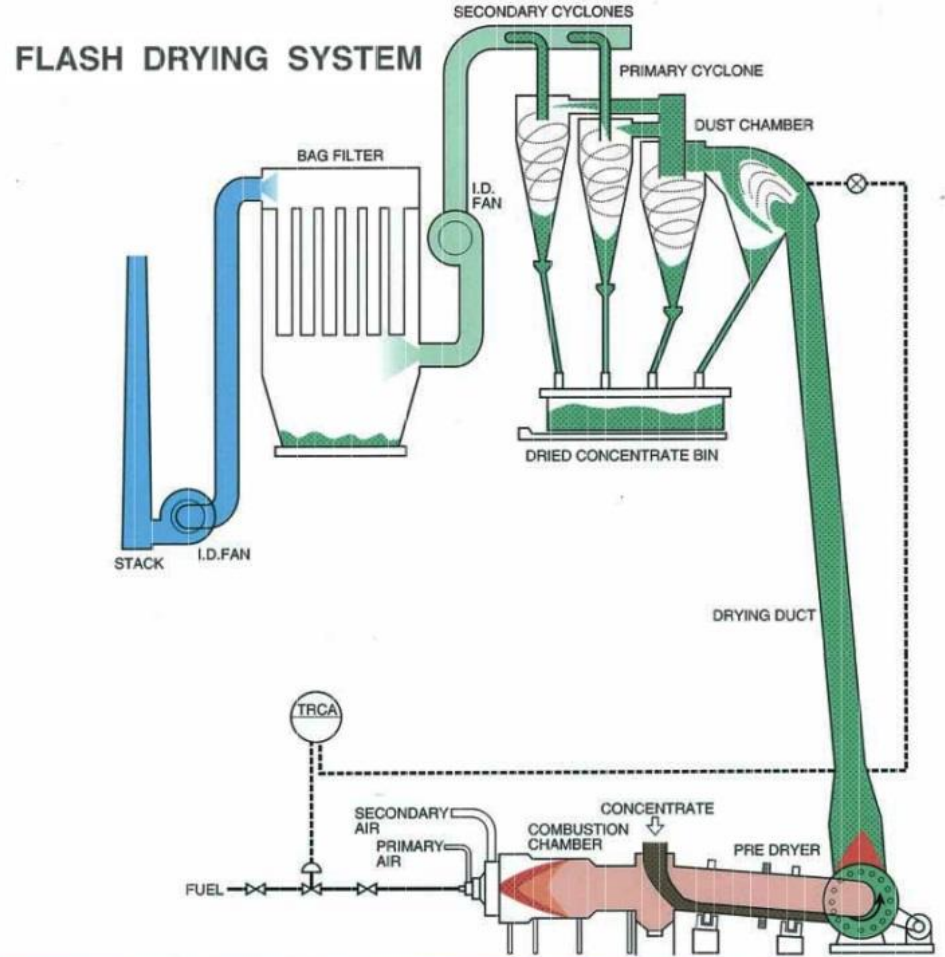
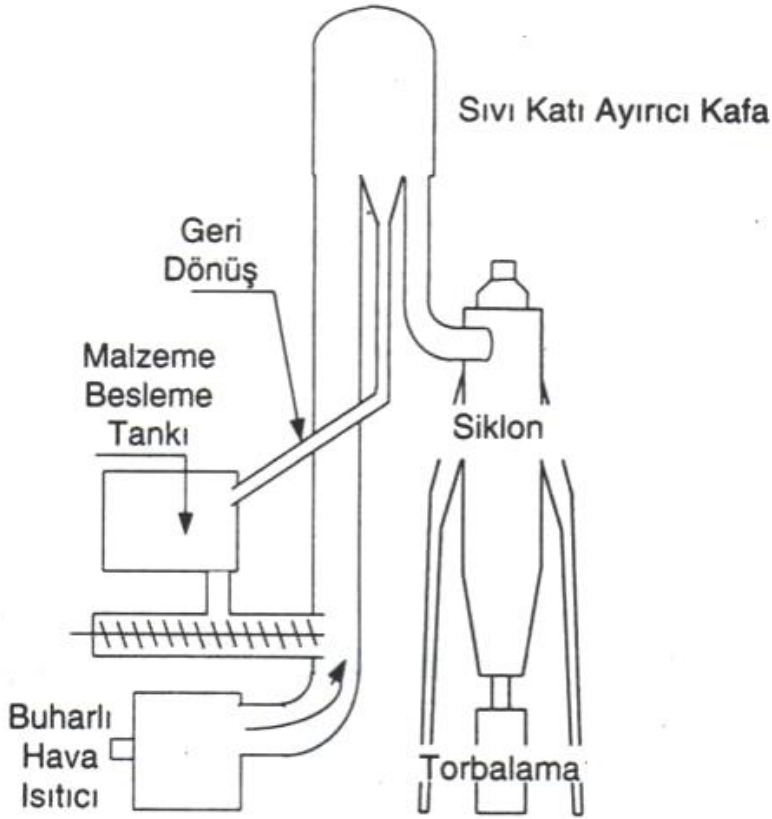
- Pnömatik veya Flaş Tip Kurutucular

Bu tip tesisler, kimyasal malzemeler, kil veya özel formda olan kentsel atıklardan elde edilen çamurlar gibi kuru temele göre % 3' den % 900' e kadar olan geniş bir alanda nem (su) içeren malzemelerin kurutulması için kullanılırlar.

Ayrıca, özellikle aşındırıcı olmayan ısıya duyarlı malzemelerin kurutulması için de uygundur.

KONVEKSİYON TİPİ KURUTUCULAR

(Pnömatik veya Flaş Tip Kurutucular)



Şekil 17.10 Pnömatik veya Flaş Kurutucu

KONVEKSİYON TİPİ KURUTUCULAR

(Pnömatik veya Flaş Tip Kurutucular)

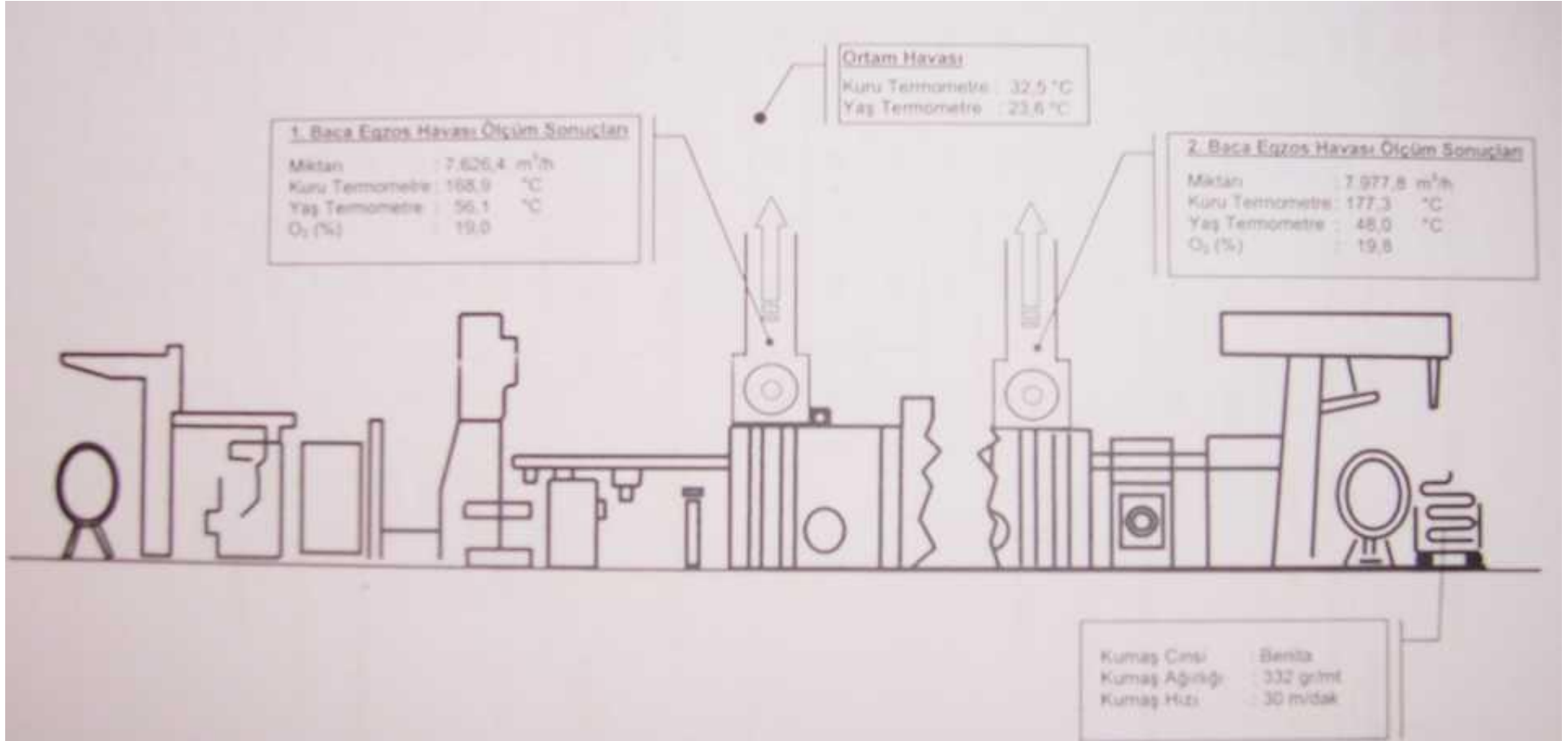
Yutong Drying Machine



<http://www.china-yutong.com/en/productshow.asp?showid=437>

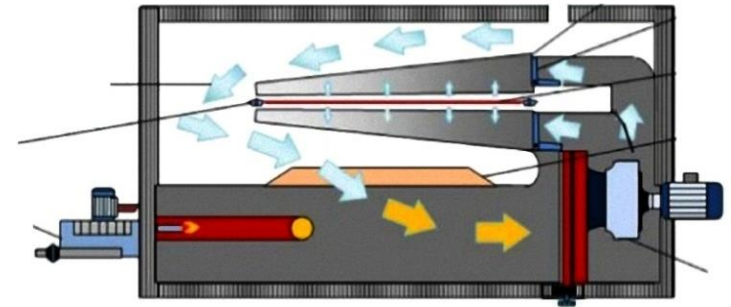
KONVEKSİYON TİPİ KURUTUCULAR

(Ram veya Stenter)



KONVEKSİYON TIPI KURUTUCULAR

(Ram veya Stenter)

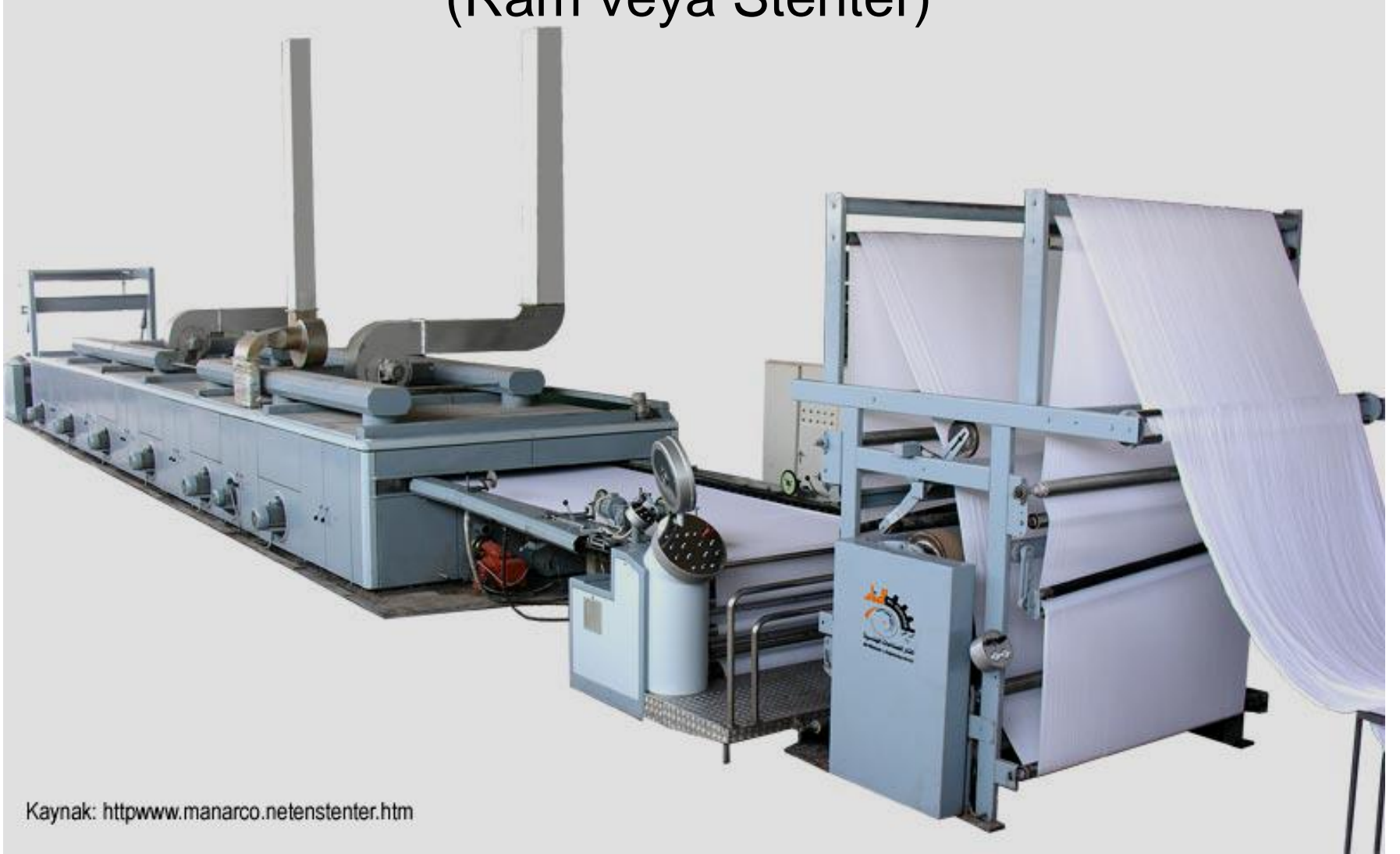


Kaynak: <http://www.spacetime.net/sell/monfortsstenter22.html>

<http://www.slideshare.net/sheshir/finishing-machine>

KONVEKSİYON TIPI KURUTUCULAR

(Ram veya Stenter)



Kaynak: <http://www.manarco.netenstenter.htm>

- Düz Yüzeyli Kurutucular

Sabit düz yüzeyli kurutucular için tipik bir örnek, Kaolin Sanayii'nde kullanılan kurutma zeminlerinde görülmektedir. Bu tip kurutucular ya bu kurutuculara ait özel fırınlardan elde edilen sıcak gazlarla ya da yakında bulunan muhtelif tip fırınların egzoz gazları ile alttan ısıtılmaktadır.

KONDÜKSİYON veya KONTAKT TİP KURUTUCULAR

(Düz Yüzeyli Kurutucular)

Mobilya sanayiinde kullanılan kaplama makinası türü makinalarda bulunan bu tip kurutucularda kaplanacak malzeme, ısıtılan iki plaka arasında kurutulmaktadır. Kurutulmuş malzemenin kurutucu ve kaplama makinasında ilerletilmesini sağlamak için üst plaka zaman zaman malzeme üzerinden kaldırılmaktadır.

Her iki ısıtılmış plaka, kaplanmış malzeme ile temas ettirildiğinde yüksek miktarda buharlaşma gerçekleşir.

KONDÜKSİYON veya KONTAKT TİP KURUTUCULAR

(Düz Yüzeyli Kurutucular)



KONDÜKSİYON veya KONTAKT TİP KURUTUCULAR

(Düz Yüzeyle Kurutucular)

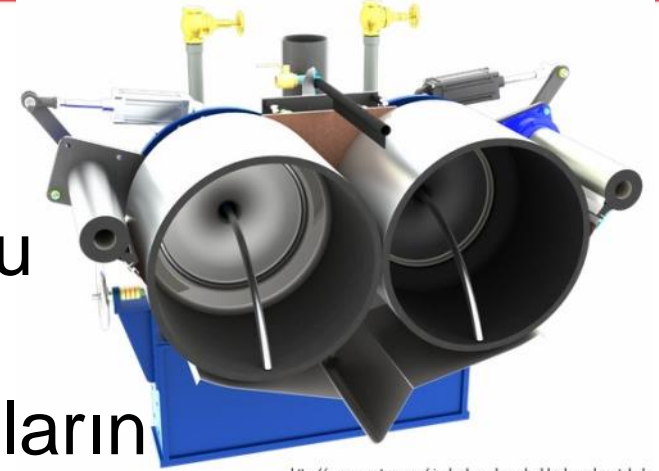


KONDÜKSİYON veya KONTAKT TİP KURUTUCULAR

- Film Kurutucular

Bu tür kurutucular, macunumsu malzemelerin, lapa benzeri yumuşak malzemelerin ve sıvıların kurutulmasında kullanılmaktadır.

Süt, patates püresi, maya (örneğin bira veya ekmek mayası), nişasta, kan, jelatin, kimyasal malzemeler ve tanin gibi ve genellikle süspansiyon, emülsiyon veya jel gibi peltemsi (yoğun) bir yapıda bulunan pek çok malzeme vardır.



<http://www.pen-tas.com/single-drum-dryer-double-drum-dryer-tubular-dryer-laboratory-dryer-rotary-dryer-flake>

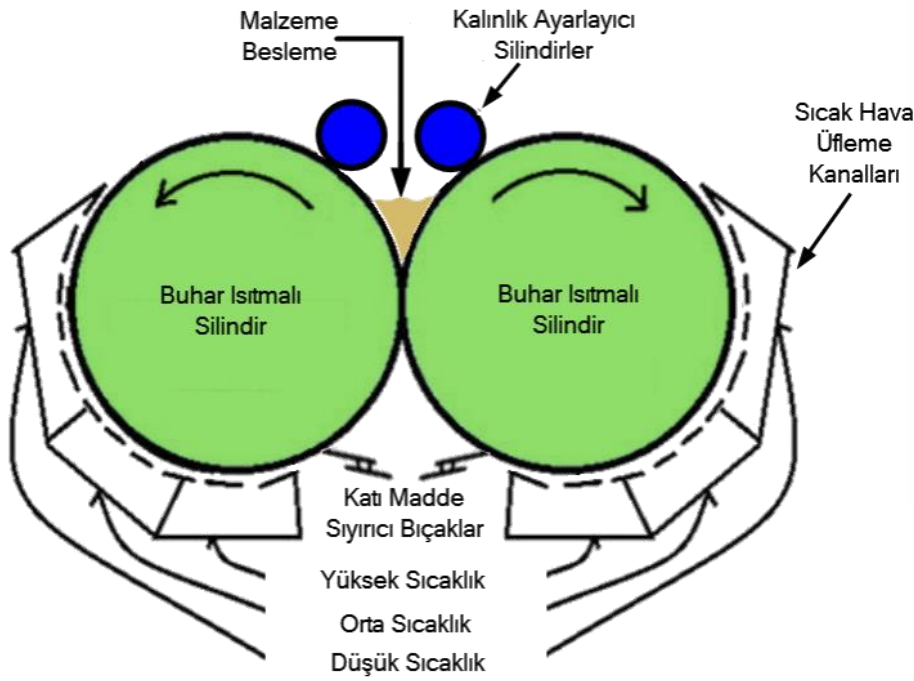
KONDÜKSİYON veya KONTAKT TİP KURUTUCULAR

(Film Kurutucular)

Kurutulacak malzeme buharla ısıtılan dönen bir silindir üzerine beslenir veya pres türü bir besleyici, vasıtasıyla sıvanır. Buharla ısıtılan silindirin bir turunun tamamlanması için gerekli sürenin yarısı veya $3 / 4$ ' ü gibi bir zamanda kurutma işlemi tamamlanır ve kurutulmuş malzeme ince tabakalar, parçacıklar veya toz halinde silindirin yüzeyinden sıyrılarak alınır.

KONDÜKSİYON veya KONTAKT TİP KURUTUCULAR

(Film Kurutucular)

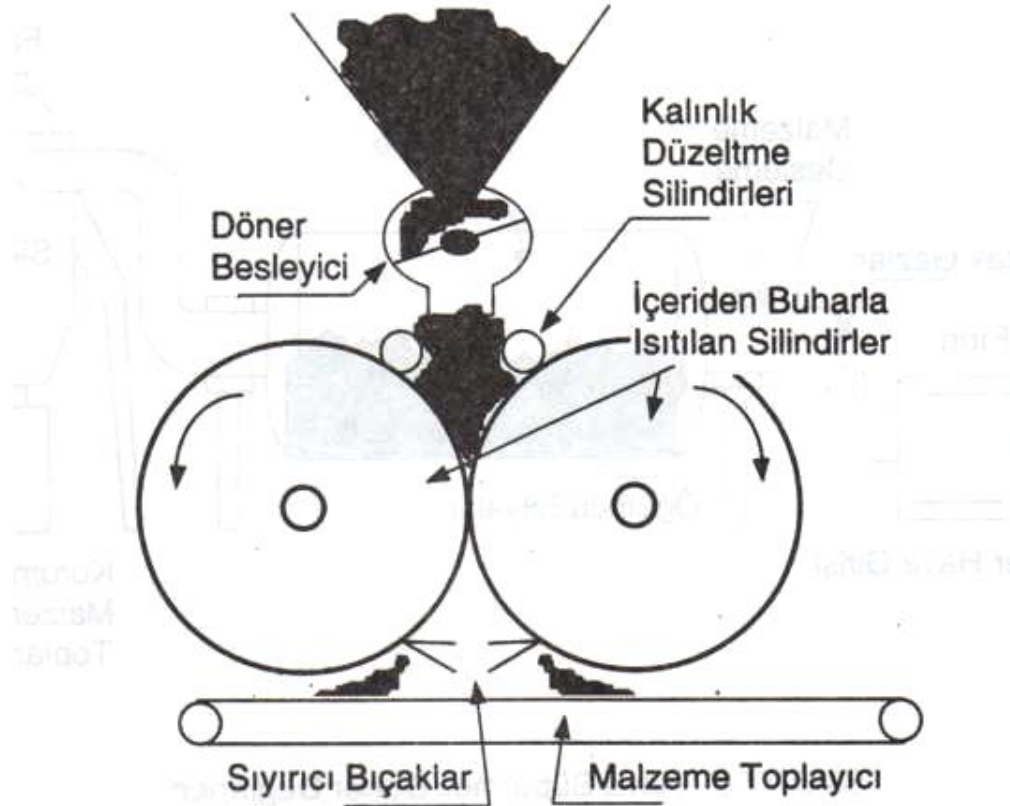


<http://www.pen-tas.com/single-drum-dryer-double-drum-dryer-tubular-dryer-laboratory-dryer-rotary-dryer-flake>

<http://nptel.ac.in/courses/103103027/module4/lec2/1.html>

KONDÜKSİYON veya KONTAKT TİP KURUTUCULAR

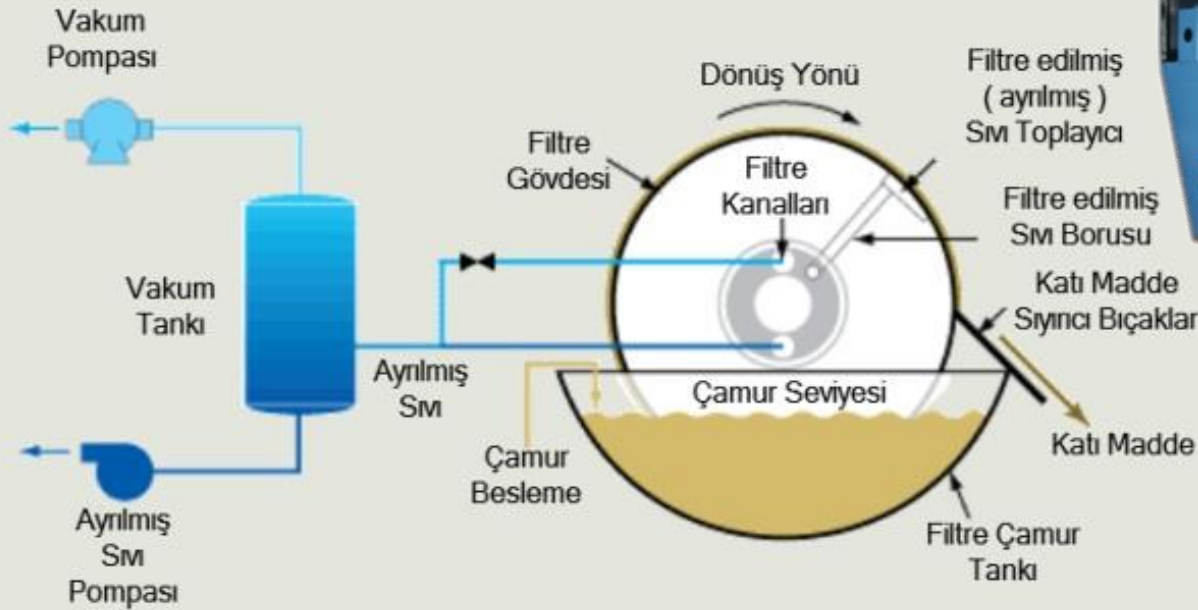
(Film Kurutucular)



Şekil 17.11 Film Kurutucu

KONDÜKSİYON veya KONTAKT TİP KURUTUCULAR

(Film Kurutucular)



http://www.komline.com/docs/rotary_drum_vacuum_filter.html

http://www.komline.com/docs/rotary_drum_vacuum_filter.html
http://www.globalspec.com/learnmore/manufacturing_process_equipment/filtration_separation_products/dewatering_equipment

KONDÜKSİYON veya KONTAKT TİP KURUTUCULAR

- Silindir Kurutucular

Çok yaygın bir şekilde tekstil ve kağıt sanayilerinde kullanılan bu tür kurutucularda tabakalar veya uzun şeritler halinde olan malzemenin kurutulması için ısıtıcı silindirler bulunmaktadır.

Mukavva ve kağıt üretimi sırasında, suyu uzaklaştırılmış kağıt hamuru, genellikle 1-2(g) bar basınçta düşük basınçlı buharla içeriden ısıtılan bir seri dönen silindir üzerine beslenir.

KONDÜKSİYON veya KONTAKT TİP KURUTUCULAR

(Silindir Kurutucular)

Film halinde olan kağıt hamuru silindirlerin üstünden ve altından geçerken önce bir yüzü sonra diğer yüzü ısınır ve kuruma gerçekleşir.

Tekstil sanayiinde de benzer işlemler gerçekleştirilmektedir.

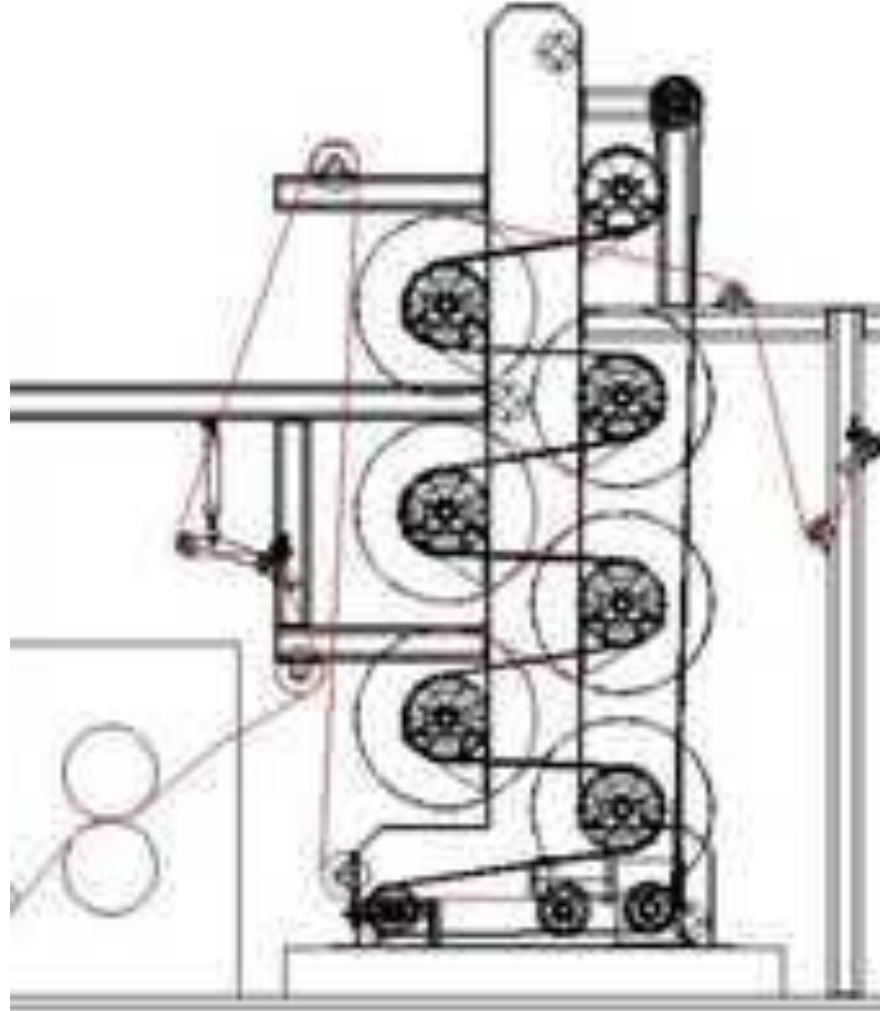
KONDÜKSİYON veya KONTAKT TİP KURUTUCULAR

(Silindir Kurutucular)



KONDÜKSİYON veya KONTAKT TİP KURUTUCULAR

(Silindir Kurutucular)



KONDÜKSİYON veya KONTAKT TİP KURUTUCULAR

(Silindir Kurutucular)



Kaynak : <http://www.spacetime.net/sell/kustersteamscouring.html>

KONDÜKSİYON veya KONTAKT TİP KURUTUCULAR

- Vakum Kurutucular

Kurutmanın içerisinde gerçekleştiği hacim çeperlerinin ve tasarımının, vakum sağlayıcı boruların dış basınçlara dayanabilecek özellikte imal edilmesi, gerekli vakumu sağlamak için güçlü bir vakum pompası olması, uzaklaştırılan nemin yoğunlaştırılması için bir yoğunlaştırıcı sistem bulunması gibi faktörler sonucu bu tür kurutucular oldukça pahalıdırlar.

KONDÜKSİYON veya KONTAKT TİP KURUTUCULAR

(Vakum Kurutucular)

Sürekli işletimde malzemenin kurutucuya beslenmesi ve kurutucudan alınması sırasında kurutucu içerisindeki vakumun kaçmasını önlemek için birtakım çok iyi conta vb. sızıntı önleyici malzeme gerektirmesinden dolayı, vakum kurutucuların çoğunluğu kesikli tip kurutma şeklinde işletilmektedirler.

Bu kurutucuların en büyük avantajı, vakum nedeniyle suyun kaynama noktasının çok düşük değerlere indirilebilmesidir.

KONDÜKSİYON veya KONTAKT TİP KURUTUCULAR

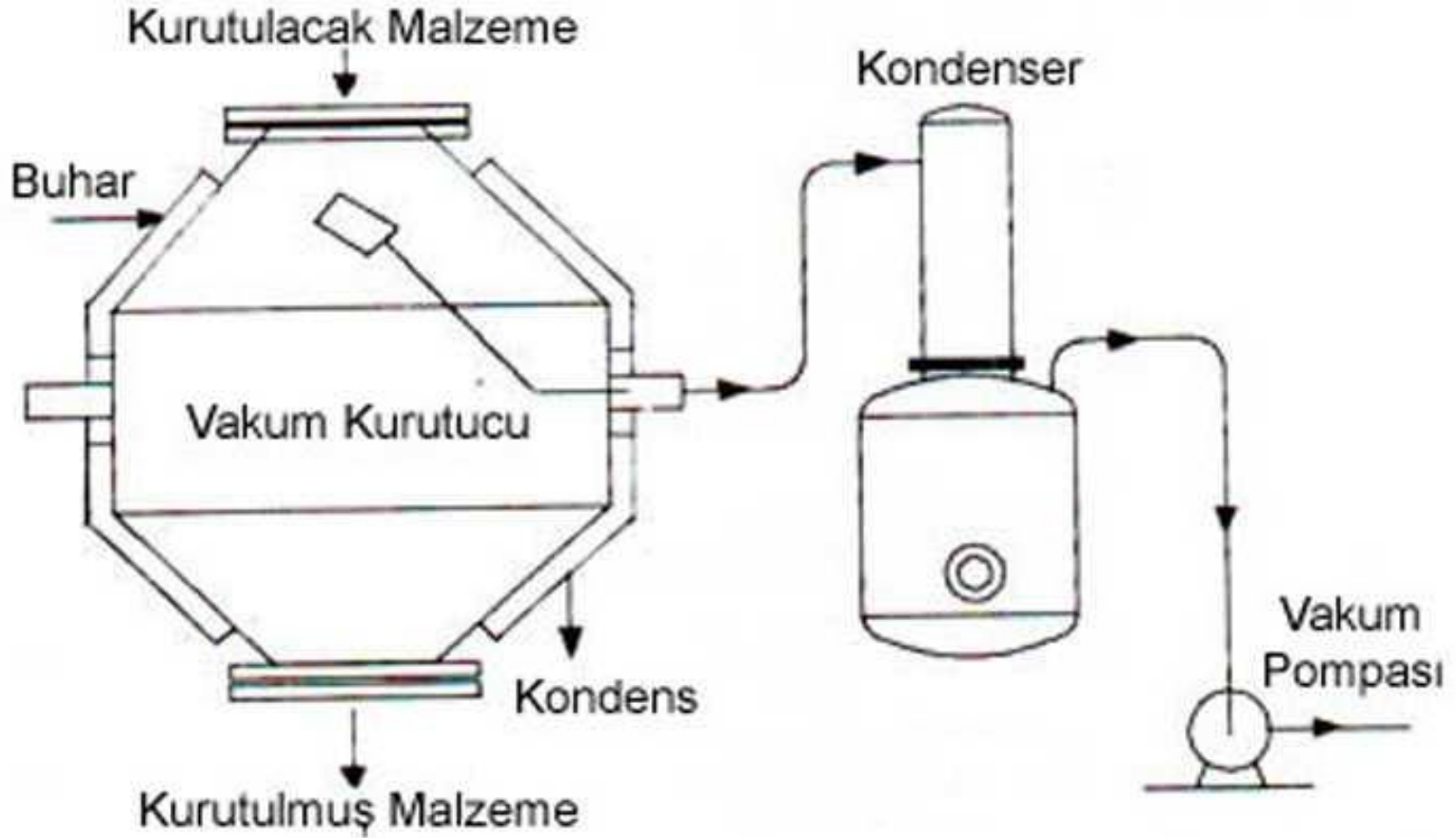
(Vakum Kurutucular)

Bu nedenle, vakumla kurutmada yüksek miktarda buharlaşma düşük bir sıcaklıkta gerçekleştirilebilmektedir.

Bir başka avantajlı yönü ise, yüksek sıcaklıkların zarar verebileceği malzemelerin, malzemenin içerisinden yüzeyine nem (diffüzyonunun) taşınmasının zorluğu nedeniyle kurutulmasında güçlükle karşılaşılan gıda maddeleri, patlayıcılar gibi malzemelerin kurutulmasının bu tür kurutucularda mümkün olmasıdır.

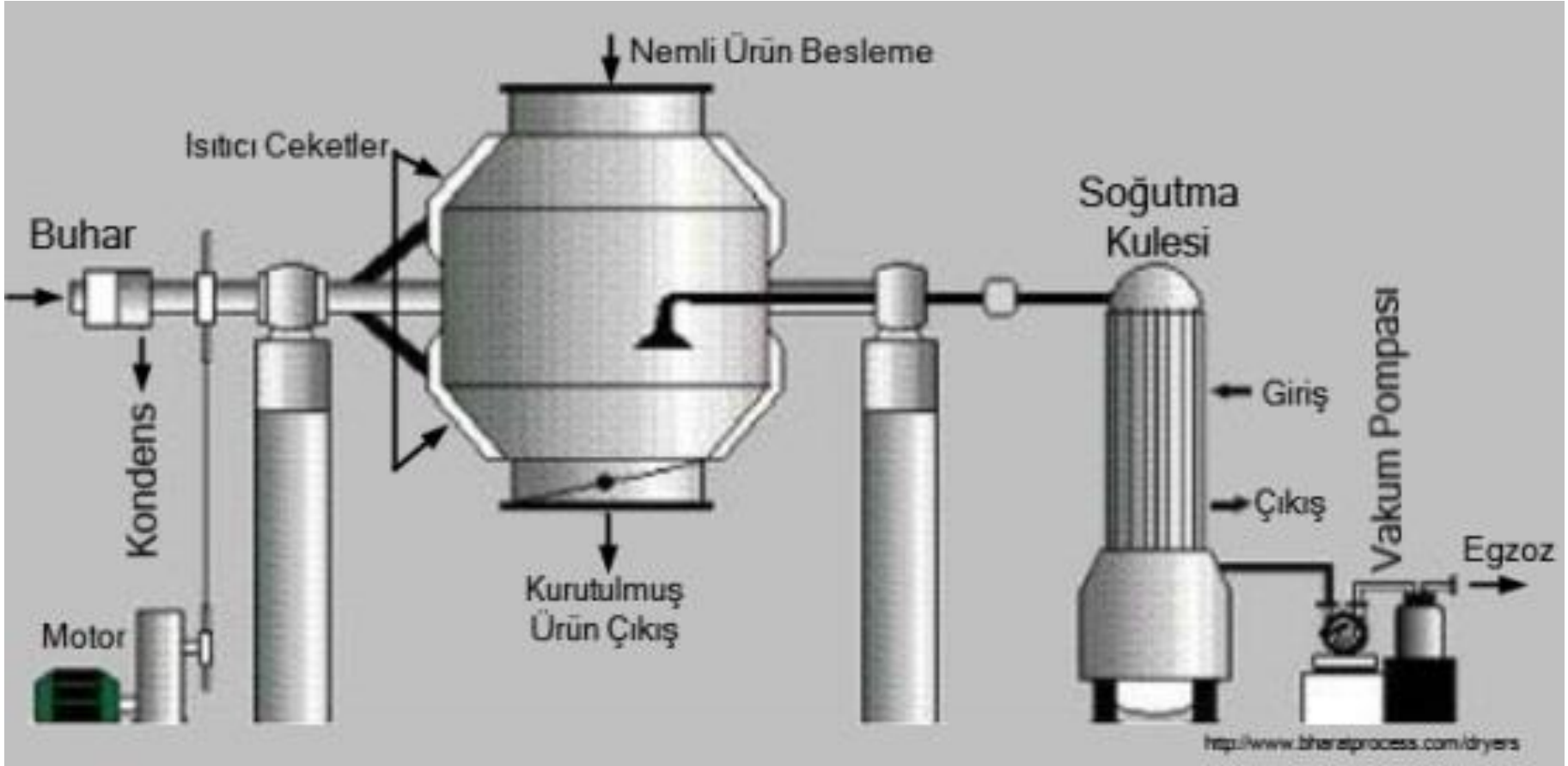
KONDÜKSİYON veya KONTAKT TİP KURUTUCULAR

(Vakum Kurutucular)



KONDÜKSİYON veya KONTAKT TİP KURUTUCULAR

(Vakum Kurutucular)



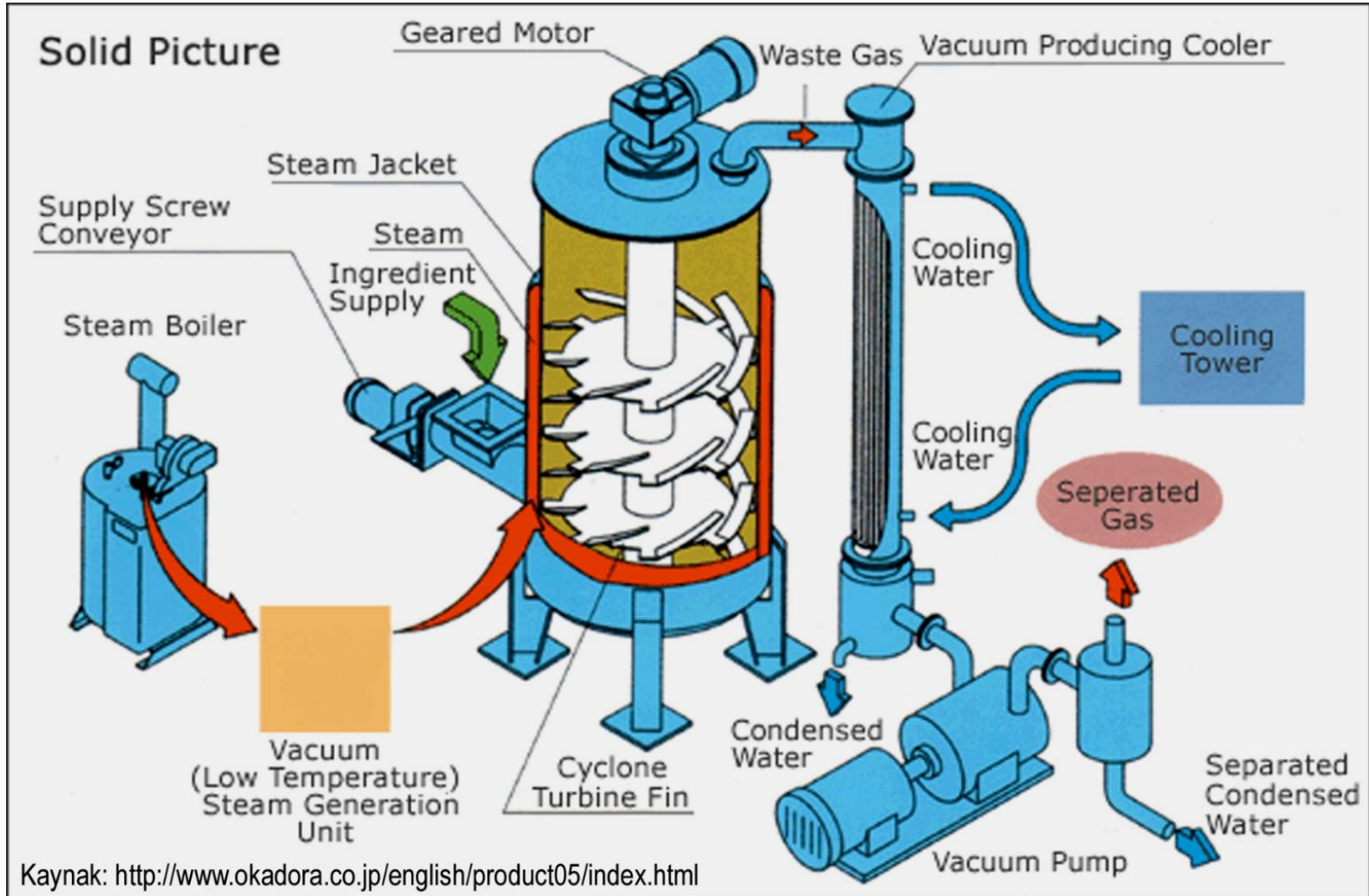
KONDÜKSİYON veya KONTAKT TİP KURUTUCULAR

(Vakum Kurutucular)



KONDÜKSİYON veya KONTAKT TİP KURUTUCULAR

(Vakum Kurutucular)



KURUTMA PROSESİ

Süreyya AKMAN

Kimya Yüksek Mühendisi

Enerji Verimliliği ve Çevre Dairesi Başkanlığı

e-posta : sakman@enerji.gov.tr

sureyya.akman@enerji.gov.tr

