

3. KATILAR VE PASTALARIN KARIŞTIRILMASI

(Ref. e makaleleri)

Tüm kimyasal proseslerde karıştırma önemli, hatta temel bir işlemdir. Kuru katı maddelerin ve ağır, viskoz pastaların karıştırılması, bir bakıma düşük viskoziteli sıvıların karıştırılmasına benzer. Her iki durumda da iki veya daha fazla bileşenden az veya çok düzenli bir ürün elde edilmesi amaçlanır. Normal olarak sıvıların karıştırılmasında kullanılan bazı cihazlar, katılar veya pastaların karıştırılmasında da kullanılabilir; veya tersi bir durum olabilir.

Ancak iki işlem arasında önemli farklılıklar vardır. Sıvıların karıştırılması, bir akışkan akımı yaratılmasına dayanır; bu akım karışmayan maddeyi impellere bitişik olan karıştırma bölgesine taşır. Tanecik katılardan oluşan ağır pastalar ve kütlelerde böyle bir akımın oluşması olanaksızdır ve karıştırma işlemi başka mekanizmalarla gerçekleşir. Pastalar ve kuru katı taneciklerin karıştırılması için gerekli güç, sıvılar için olandan çok daha fazladır.

Sıvıların karıştırılmasından farklı bir başka konu da, sıvılarda "çok iyi karışma" denilen ve tümüyle homojen bir faz elde edilen karışma halidir. Pastalar ve tozların karışmasında ürün, çoğu kez iki veya daha fazla faz içerir; fazların herbirinde maddelerden biri daha fazladır. "Çok iyi karışmış" bir pasta, düzenli görünümde, yanma hızı veya diğer özellikleri kararlıdır, ancak bir sıvı karışımı kadar homojen değildir.

Ağır pastaların, plastik katıların ve kauçuğun karıştırılması bir bilimden öte, bir sanattır. Karıştırılacak maddelerin özellikleri, bir halden bir diğerine önemli derecede değişir. Hatta tek bir madde bile karıştırma işlemi sırasında değişik zamanlarda farklı durumlar gösterebilir. Kuru ve serbest akan toz haldeki bir madde, sıvı bir madde ilavesinde yapışkan ve zamksı bir hal alır, sıvı ilavesi ve karıştırma devam ederken tekrar kuru, granüler ve serbest-akan katı haline geçebilir. Bu nedenlerle, pasta ve plastiklerin karıştırılmasında kullanılan karıştırıcıların dizaynında bu tip davranışların dikkate alınması gerekir.

Pastalar ve Plastikler İçin Karıştırıcılar

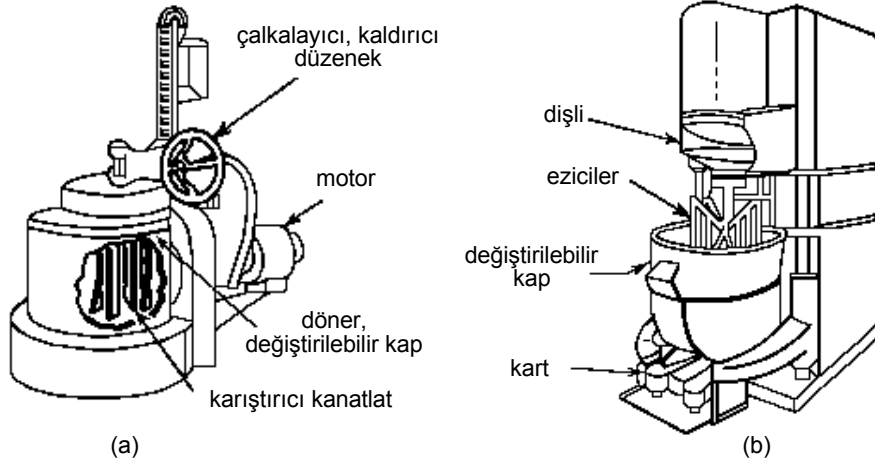
Pasta ve plastik malzemelerin karıştırılmasında kullanılan cihazlar,

- değiştirilebilir-kaplı karıştırıcılar,

- yoğurucular (hamurkar), dağıtıcılar ve çiğneyiciler,
- karıştırıcı silindirler,
- ezici ve tava karıştırıcılar,
- tuğla değirmenleri, olarak gruplanabilir.

Değiştirilebilir - Kaplı Karıştırıcılar

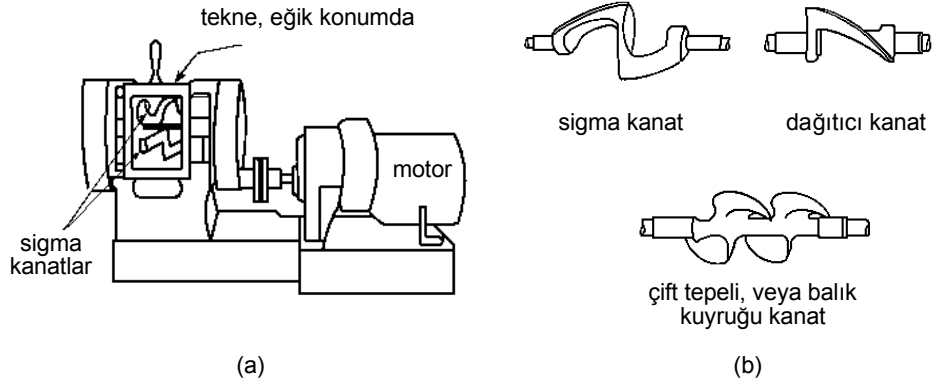
Bu tip cihazlar, yiyecek ve boya endüstrisinde olduğu gibi, viskoz sıvıların veya hafif pastaların karıştırılmasında uygundur. Karıştırılacak madde 5-10 galonluk küçük bir kaba konulur. Şekil-6(a) da görülen "çekici" tip karıştırıcıda, dönen bir kafa üzerinde birkaç tane dikey kanat bulunur; bunlar kap duvarına yakın bir yere konulmuştur. Kanatlar hafif büküktür. Çalkalayıcı kap, eksenine göre eksantrik (merkezden kayık) konumda yerleştirilmiştir. Kap, çalkalayıcıyla zıt yönde dönen bir taban üzerinde bulunur; böylece işlem sırasında kaptaki tüm sıvı veya pasta, karıştırıcı kanatlarla temas eder. Karışma tamamlandığında çalkalayıcı kafa yukarı kaldırılarak kanatlar kaptan dışarı çıkarılır ve silindirik kap alınır. Yeni bir karıştırma için yeni bir kap hazırlanır.



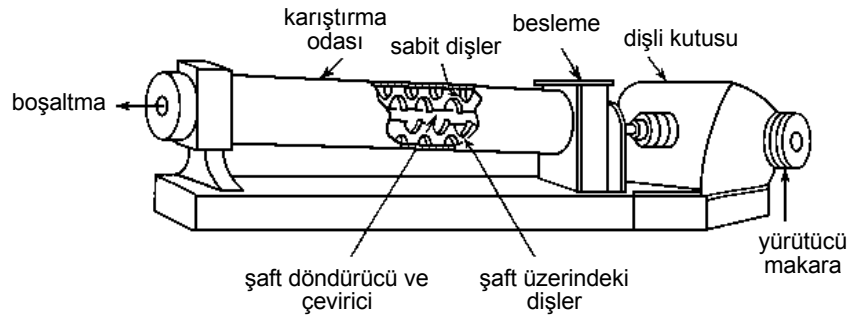
Şekil-6: Çift-hareketli pasta karıştırıcılar; (a) çekici (ponny), (b) ezici (beater) tip karıştırıcılar.

Ezici tip bir karıştırıcıda, Şekil-6(b) de görüldüğü gibi kap sabit konumdadır. Çalkalayıcı, gezegen (planet) gibi hareket eder; dönerken kabın tüm noktalarından tekrar tekrar geçer.

Eziciler, karıştırma kabının kenarları ve tabanından çok yakın mesafede geçecek şekilde dizayn edilmişlerdir.



Şekil-7: (a) İki kollu yoğurucu, (b) yoğurucu ve dağıtıcı kanatlar.



Şekil-8: Sürekli çalışan bir yoğurucu.

Yoğurucular, Dağıtıcılar, Çiğneyiciler

Yoğurma, deforme olabilen veya plastik katıların karıştırılmasında kullanılan bir yöntemdir; katı kütleyi ezmek, katlamak ve tekrar ezmek şeklinde yapılır. Malzeme yapışkan ve lastiğimsi bir hal aldığı anda, gerekli olan güç miktarı çok artar.

Süspansiyonlar, pastalar ve hafif plastikler "iki-kollu yoğurucular"da karıştırılırlar (şekil-7a). Tipik uygulamalar arasında pigmentler ve taşıyıcılarla boya hazırlanması, asetik asit ve asetik anhidritle pamuk ipliklerini karıştırarak selüloz asetat yapılması sayılabilir. Bir "dağıtıcı", yoğurucudan daha ağır bir cihazdır ve daha fazla güç çeker; yapışkan malzemelere katkı ve renk maddeleri karıştırmada kullanılır. "Çiğneyici" de ağır yapıya sahip bir cihazdır ve fazla yük çeker. Bunlardan, en sert plastiklere katkı maddeleri katılmasında yararlanır. Şekil-7b de değişik amaçlarla kullanılan karıştırma kanatları görülmektedir. Sigma kanatlar genel amaçlı uygulamalarda kullanılır. Çift-tepeli veya balık kuyruğu denilen tip kanatla, ağır plastikler için uygundur. Dağıtıcı kanatlar yüksek kayma kuvvetleri yarattığından, plastik veya lastiksi malzemeler içinde tozlar veya sıvıların dağıtılmasında kullanılır. Çiğneyici kanatları, yoğurucu ve dağıtıcı kanatlarından daha ağırdır ve çapları, onları çeviren shaftın çapından biraz daha büyüktür; spiral, düz ve eliptik şekillerde değişik dizaynları bulunur.

Yoğurma makinelerinin çoğunda tekne açıktır, fakat bazı dizaynlarda "iç-karıştırıcı" denilen karıştırıcı odacığı işlem boyunca kapalı kalır. Bu tip karıştırıcılar lastiği çözmede ve sıvı içinde lastik dispersiyonu yapmada kullanılır. En çok tanınan iç-karıştırıcı Banbury tiptir.

Endüstriyel proseslerin çoğunda sürekli çalışan yoğurma makineleri kullanılır. Sürekli çalışan cihazların çıkışına bir ekstruzyon kafası takılarak karıştırıcı-ekstruderler elde edilir. Bunlarla, çıkan ürüne çeşitli şekiller verilmesi ve kesilmesi sağlanabilir. Şekil-8 de sürekli bir yoğurucu karıştırıcının şematik görünümü verilmiştir.

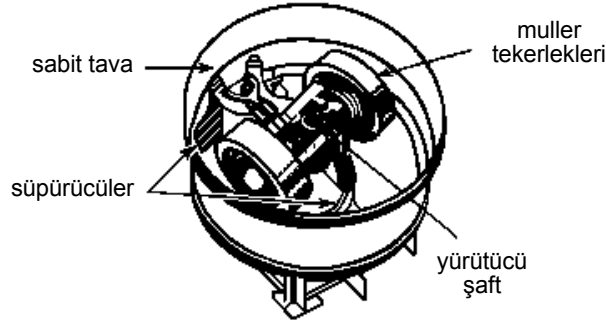
Karıştırıcı Silindirler

Pastalar ve deforme olabilen katıların karıştırılmasında uygulanan bir başka yöntem de, bunları farklı hızlarda dönen düzgün metal silindirlerden geçirmektir. Karıştırıcı silindirler arasından birkaç kez geçen katı katkı maddeleri, pasta veya plastik malzeme içinde iyice dağılır. İnce akışkan pastalar (boya endüstrisinde olduğu gibi), biri diğerinin üzerinde dikey konumda bulunan üç veya beş yatay

silindir içeren sürekli değirmenlerden geçirilir. Pasta önce yavaş dönen silindirden geçer, sırayla hızlanan silindirlere gelir. Lastik ürünler ve bazı plastikler, aynı yatay düzlemde bulunan iki takım silindirli değirmenlerde yığın (batch) yöntemiyle işlenir. Hızla dönen silindirden çıkan malzeme alınır, operatör tarafından kesilir ve silindirler arasına tekrar verilir. Yığın şeklinde çalışan silindirli değirmenlerde işleme süresi uzundur ve operatörün gözlemleri çok etkilidir. Bunlar, iç-karıştırıcılara (banbury gibi) kıyasla daha az kullanılırlar.

Ezici Tavalar

Bir ezici, diğer karıştırma makinelerinden belirgin farklılıkta ürün verir. Ezmede, bir havanda olduğu gibi, ovalama hareketi vardır. Büyük çaplı işlemlerde bu hareket, karıştırıcının geniş ve ağır tekerlekleriyle verilir. Şekil-9 daki dizaynda tava sabittir ve merkezi dikey şaft hareketlidir; şaft, ezici tekerlekleri, tavadaki katı tabakası üzerinde dairesel bir yol boyunca döndürür. Katı üzerinde tekerleklerin kaymasıyla ovalama hareketi oluşur. Süpürücüler katıyı ezici tekerleklerin altına gönderir, veya (çevrimin sonunda, karıştırıcı boşaltılırken) tava dibindeki boşluğa iter.



Şekil-9: Ezici-tava tip bir karıştırıcı.

Tuğla Değirmenleri

Tuğla değirmenlerde karıştırma işlemi, açık tekne veya kapalı silindirde dönen bir yatay şafta, sarmal (helikal) biçimde yerleştirilmiş kanatlar veya bıçaklarla yapılır. Malzeme karıştırma odacığında kesilir, karıştırılır ve peşpeşe duran kanatlara gönderilir. Tek-şaftlı değirmenlerde karıştırma odacığı kapalıdır. Çok hızlı karıştırma gerektiğinde açık-tekneli, çift-şaftlı değirmenler kullanılır. Kapalı değirmenlerin çoğunda odacık silindir şeklindedir.

Kuru Toz Karıştırıcıları

Buraya kadar anlatılan makinelerde, kuru ve serbest-akan katılarla pasta, lastiksi veya plastik maddelerin karıştırılması incelendi. Karıştırma işlemi sırasında maddenin özellikleri değişiyorsa farklı dizaynlarda karıştırıcılara gereksinim olur.

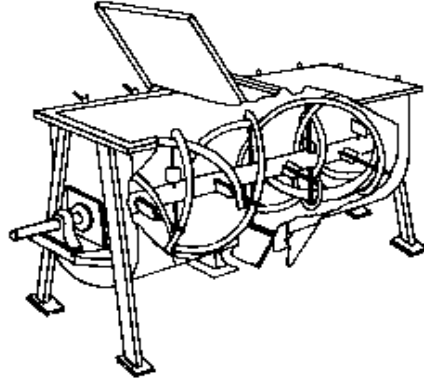
Bu kısımda daha hafif makineler üzerinde durulacaktır. Bunlar kuru tozlar ve bazan da ince pastaların işlenmesinde kullanılmaktadır. Bu tip karıştırıcılar:

- Şerit karıştırıcılar,
- Döner karıştırıcılar,
- İç-vidalı karıştırıcılar,
- Darbe döndürmeli karıştırıcılar

olmak üzere dört grupta toplanabilir.

Şerit Karıştırıcılar

Şerit karıştırıcı, içinde merkezi bir şaft ve bir sarmal şerit çalkalayıcının bulunduğu yatay bir teknedir. Tipik bir şerit karıştırıcı Şekil-10 da görülmektedir. Aynı şaft üzerine karşıt yönlere dönen iki şerit yerleştirilmiştir; biri katıyı yavaş yavaş bir yönde hareket ettirirken, diğeri hızla aksi yönde yürütür. Şerit çalkalayıcılar sürekli veya kesikli olarak çalışabilir. Karıştırma, zıt etkili çalkalayıcıların yarattığı türbülens sonucunda gerçekleşir.

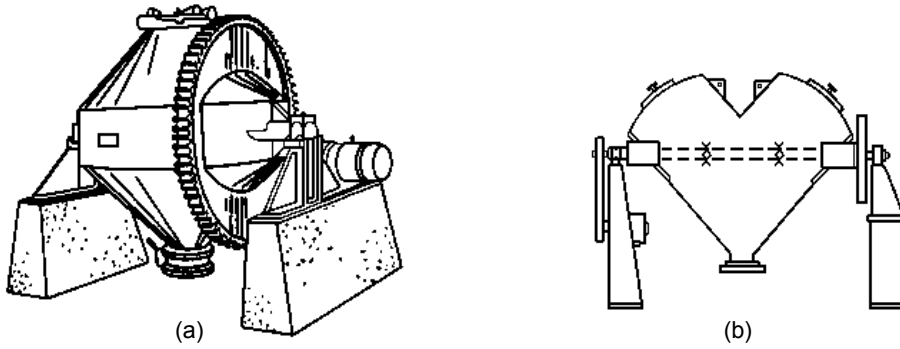


Şekil-10: Bir şerit karıştırıcının şematik görünümü

Bu tip karıştırıcıların bazıları yığın (batch) yöntemiyle çalışır; katı madde tekneye doldurulur ve yeteri kadar karıştırıldıktan sonra boşaltılır. Bazıları ise sürekli çalışır; teknenin bir ucundan karıştırılacak malzeme beslenir, diğer uçtan ürün alınır. Normal çalışmalarda teknenin üstü açıktır veya hafif bir malzemeye kapatılabilir. Basınç veya vakum altında çalışıldığında güvenli bir kapak kullanılır. Şerit karıştırıcılar, akışkan olmayan tozlar ve hafif pastalar için etkin karıştırıcılardır. Tüketilen güç orta seviyelerdedir.

Döner Karıştırıcılar

Pek çok madde bir kap içine konulup, kabın yatay bir eksende döndürülmesiyle karıştırılır. Döner değirmenlerin çoğunda öğütücü elemanlar bulunmaz. Döner variller, bilyalı değirmenlere benzer, ancak bunlarda bilyeler yoktur; sıvı içinde yoğun katı süspansiyonlar yapmak ve ağır kuru tozların karıştırılmalarında uygun sistemlerdir. Şekil-11 de görülen çift-konili ve ikiz-kovanlı tiplerde sadece kuru katı maddeler karıştırılabilir. Çift konili karıştırıcı (Şekil-11a), serbest-akışlı kuru toz halindeki katılar için çok kullanılan bir tiptir. Madde üst kısımdan, cihazın %50-60 ı dolacak şekilde yüklenir, kapaklar kapatılır ve kazan 5-10 dakika döndürülür, sonra makine durdurulur ve karıştırılmış ürün dipten alınır. Şekil-11b de görülen ikiz kovanlı karıştırıcı, V şeklinde birleştirilmiş iki silindirden oluşur; sistem yatay bir eksen etrafında döner. Çift konili karıştırıcıda olduğu gibi, iç kısmında püskürtme (sprey) mekanizması bulunur; bununla karışıma veya dönen mekanik aksama az miktarda sıvı püskürterek katı taneciklerin yer yer yığılması (aglomerasyon) önlenir.

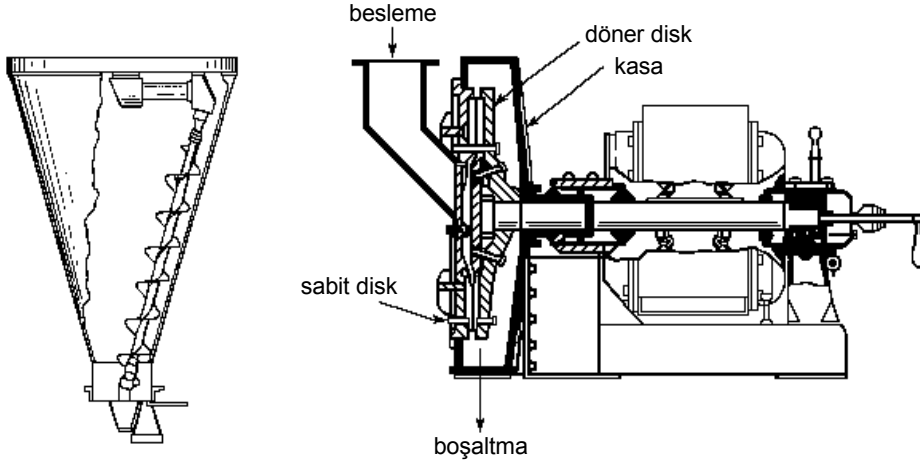


Şekil-11: Döner karıştırıcılar; (a) çift konili, (b) ikiz kovanlı.

Bazı uygulamalarda çift kovanlı karıştırıcılar çift-konilerden daha etkindir. Döner karıştırıcılar çok çeşitli büyüklüklerde ve şerit karıştırıcılara kıyasla biraz daha az yükte çalışırlar.

İç Vidalı Karıştırıcılar

Serbest akan tanecikler halindeki ve diğer hafif katılar, içinde sarmal bir taşıyıcı bulunan dikey tanklarda karıştırılır. Bu tip karıştırıcıların sanayide çok farklı dizaynları bulunur. Şekil-12 de görülen çift hareketli sarmal taşıyıcı, konik ve kalın bir merkez ekseninde dönerken karışımın her noktalarıyla temas eder.



Şekil-12: Döner tipte iç vidalı bir karıştırıcı.

Şekil-13: Aşındırma mili.

Darbe-Döndürmeli Karıştırıcılar

İnsektisidler gibi hafif tozlar, santrifüj kuvvet etkisiyle ince bir tabaka halinde yayılarak karıştırılır. Birkaç madde bir ön karıştırma işleminden sonra yüksek hızda dönen bir diskin (çapı 10-27 inç dolayında) merkezi yakınına sürekli olarak beslenir; disk karışımı, içinde bulunduğu sabit kasanın duvarlarına fırlatır. Karışma, katı taneciklere disk yüzeyi boyunca olan hareketleri sırasında etki eden kayma kuvvetleriyle sağlanır. Disk dikey veya yatay konumda olabilir. Şekil-13 deki aşındırma değirmeni bu tip etkin bir karıştırıcıdır.