

29171

YILDIZ TEKNİK UNIVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTUSU

TEZİN ADI

SANAYİDE KULLANILAN KARİŞTİRİCİLERİN
ÇESİTLERİ , GÜÇ VE KANAT HESAPLAMALARI

YÜKSEK LİSANS TEZİ

MAKİNA MUH. ERKAN BİLEK ÖZGEN

İSTANBUL 1993

YÜKSEKÖĞRETİM KURULU
BİBLİYOTEKİ VE İNFORMASYON MERKEZİ

YILDIZ TEKNİK ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

TEZİN ADI

SANAYİDE KULLANILAN KARİSTİRİCİLERİN
ÇESİTLERİ , GÜC VE KANAT HESAPLAMALARI

YÜKSEK LİSANS TEZİ

MAKİNA MÜH. ERKAN BİLEK ÖZGEN

İSTANBUL 1993

İCİNDEKİLER

KONULAR	SAYFA NO
1-GİRİS.....	1
2-Karıştırma Nedir? Karıştırma Teorisi	2
2.1-Maddelerin Karıştırılması.....	3
2.1.1-Gazların Sıvılarla Karıştırılması.....	3
2.1.2-Sıvıların Sıvılarla Karıştırılması.....	4
2.1.2.1-Karışabilir Sıvıların Karıştırılması.....	4
2.1.2.2-Farklı Özelliklere Sahip Sıvıların Karıştırılması.....	7
2.1.3-Viskoz Maddelerin Karıştırılması.....	11
2.1.4-Sıvıların Katılarla Karıştırılması.....	15
2.1.5-Katıların Katılarla veya Az Miktardaki Sıvılarla Karıştırılması.....	17
3-Karıştırıcı Ekipmanlar.....	22
3.1-Karıştırıcı Çarklar.....	22
3.2-Tanklar.....	25
3.3-Karıştırıcı Tahrik Mekanizmaları ve Millerin Yataklanma Örnekleri.....	26
4-Karıştırıcıların Akım Şekillerine Göre Sınıflandırılması.....	32
4.1-Eksenel Karıştırıcılar.....	32
4.2-Radyal Karıştırıcılar.....	34
4.3-Teğetsel Karıştırıcılar.....	36
4.4-Karıştırıcı Güç Hesaplamaları.....	38
4.4.1-Benzerlik Kanunu.....	38
4.4.2-Eksenel Karıştırıcıların Güç İhtiyacı.....	39

4.4.3-Radyal Karıştırıcıların Güç İhtiyacı.....	41
4.4.4-Tegetsel Karıştırıcıların Güç İhtiyacı.....	42
4.4.5-Silindir Karıştırıcı Modeline Göre Laminer ve Türbülanslı Akımda Güç Sayısı Hesabı.....	43
5-Hesaplamalar.....	45
5.1-Karıştırıcı Gücünün Devir Sayısı ile Değişimi.....	45
5.2-Karıştırıcı Gücü ve Mukavemet Hesabı.....	53
6-Sonuc.....	62



ÖZET

Bir çok sanayi kesiminde, özellikle gıda, ilac ve kimya sanayiinde karıştırıcı cihazlara gerek duyulmaktadır. Doğada bulunan maddelerin çeşitliliğinden dolayı karıştırıcı cihazlar, değişik şekillerde dizayn edilmektedir. Uygun karışımın elde edilmesi bakımından bu cihazların seçimi oldukça önem kazanmıştır. Sıvıların birbirleri ile olan karışımlarında problemler olduğundan araştırma konusu olmuşlar ve dünya literatürlerine geçmişlerdir. Sıvı ve katı maddelerin birbirleri ile olan karışımları ise miktarı fazla olan maddenin karıştırılma sahasına girer. Katıların katılarla karıştırılmalarında sistematik incelemeler yapılmasına rağmen kesin kriterler ortaya koyulamamıştır.

Yapmış olduğum bu çalışmada, özellikle sıvı maddelerin (Newtoniyen akışkanların) karıştırılmasını inceledim. Karıştırılan maddelerin fiziksel özelliklerine göre; gerekli güç ihtiyacı, kanat ve karıştırıcı tipi seçimi, mukavemet hesaplamaları konuyu oluşturan temel ilkelerdir. Ülkemizde kullanılan, reaktör şeklindeki karıştırıcıların büyük bir kısmı yabancı firmalar tarafından üretilmişlerdir. Ülke ekonomisine ve teknolojisine yararlı olması bakımından bu tip cihazların üretimini üstlenmemiz ve bilinçli olarak yapmamız gerekmektedir.

ABSTRACT

Many industries, especially food, medical and chemical utilize mixing apparatus. Since there are various kinds of substances in nature, mixing apparatus display many different forms. Choosing a mixing apparatus gains even more importance when it comes to attain the right mixture. Liquid-liquid mixtures possess great problems. Thus, in depth research has been performed and reported in the literature. Liquid-solid mixtures are relatively easy since the mixing technique depends largely on the component whose amount is in excess. In spite of the systematic analyses carried out on solid-solid mixtures, some difficulties may still arise.

This research report studies apparatus mainly for liquid-liquid mixtures (Newtonian fluids). According to the physical characteristics of the mixing substances; power requirement, flap and mixer type selection, and strength calculations are the fundamental principles of this study. Many reactor type mixers found in the Turkish market are of foreign origin. Production of these mixers would be useful to both the national economy and technology of Turkey.

1-GİRİS

Bu calismada karisim ve karistirici cihazlar ele alınmis-
tir.Maddelerin homojenitesini,akiskanlik kabiliyetini art-
tirmek, iki veya daha fazla maddenin sentezi sonucu yeni
UrUnler elde etmek karisim olayi neticesinde gerceklesmekte-
dir.Dolayisiyla bu isi yapan cihazlarada karistirici cihaz-
lar denilmektedir.Maddelerin fiziksel ozellikleri ve miktar-
lari bu durumda onem kazanmaktadır.Tabiatta bulunan katı,
sivi ve gaz maddelerin karistirilmalari daima arastirma ko-
nusu olmus ve bir standart haline getirilmeye calisilmistir.
Bu tur maddelerin karistirici tipleri ileride aciklanacaktır

Karistirici cihazlar; tanklardan, karistirici caklardan
(pervane,turbin,capa.düz kanat seklinde) ve tahrik mekaniz-
malarından olusmus komplike cihazlardır.Maddenin ozelligine
göre degisebilen bu mekanizmalarda, Newtoniyen akiskanlar
icin oldukca kesin kriterler ortaya koyulmustur.Özellikle,
katı maddelerin karistirilmalarındaki cesitliliklerden dola-
yı cok degisik cihazlar yapılmaktadır.Gaz maddelerin karis-
tirilmalarında ise hemen hemen gucluklerle karsilasilmaz.
Bu yuzden sivilarin karistirilmalarında deneysel calismalar
ve bulgular agirliktadır.

2-KARİSTIRMA NEDİR ? KARİSTIRMA TEORİSİ

İki veya daha fazla komponentten meydana gelen bileşimi hazırlama işi karıştırma olarak açıklanabilir. Bileşimin homojen olması önemlidir. Karıştırma teorisini incelemek için yapılacak ilk iş oluşturulacak özel karışımı incelemek olacaktır. Bununla birlikte numunelerin incelenmesinde uygulanacak metodun tipi, numunelerin sayısı ve yerleri, numuneleri incelemek için kullanılan metodların hassasiyet dereceleri ve karışımın istenilen özellikleride göz önünde bulundurulmalıdır. Numunelerin elektrik iletkenlikleri ve özgül ağırlıkları, numunelerdeki anahtar komponentin miktarı, çözünebilir bir katının çözünme debisi ve diğer konular gibi çeşitli kriterler kullanılır. Bütün bu kriterlerin birbirlerine eşdeğer olmadıkları bir gerçektir. Örneğin özgül ağırlıkları farklı olan ve birbirlerinde çözünebilir iki sıvı yağ karıştırılmak istenirse, karışımın her noktasında özgül ağırlık muntazam olduğu zaman karıştırma tamamlanmış olur. Bir piknometre kullanılarak numunelerin özgül ağırlıkları dikkatli bir şekilde kontrol edilecek olursa bir veya iki ondalık daha ileri gidilerek daha mükemmel bir okuma yapılabilir. Bu durumda hidrometre cubukları ile yapılan ölçümede muntazam görünen bir karışım, piknometre ile yapılan ölçümede muntazam görünmeyebilir. Diğer taraftan hidrometre cubukları ile muntazam görünen bir karışım, çözeltiyi kullanan kimse için yeterlidir. Motor yakıtı elde etmek için benzinin, kuruşun tetra etil ile karıştırılması işleminde karışımın ne zaman tamamlanmış olacağı, karışımdaki kuruşun miktarının nasıl tayin

olduğuna bağlıdır.Bunun bir sonucu olarak herhangi bir karıştırılma işleminin tamamlanıp tamamlanmadığı sorusu hic bir zaman mutlak olmayıp daima relatiftir.Karışmanın derecesinde var olan veya istenilen metodlardan biri kullanılarak kontrol edilir.

Diğer bir problemde kac adet numunenin alınacağı ve nereden alınacağı konusudur.Yayınlanmış bir kısım çalışmalara göre numuneler gelisi güzel fakat sabit noktalardan alınmalıdır.Diğerlerine göre ise karışmanın en az olduğu noktadan numune alınmalıdır ve bu noktanın yeri tecrübe ile bulunur. Yukarıda yapılan, açıklamalardan herhangi bir karışma operasyonunun tam olup olmadığı konusunun, oldukça keyfi kriterlere dayanmakta olduğu anlaşılmaktadır.

Karıştırma ile ilgili herhangi bir teorinin ilk amacı belirli bir cihaz icerisinde, belirli bir madde topluluğunun karışması için gerekli zamanı hesaplamak, ikinci amacı ise karıştırma işleminin süresince ne miktar güce ihtiyac olacağını bulmak olmalıdır.Bu alandaki çalışmaların incelenmesi, karışma için gerekli zaman konusunda pek az sayıda çalışma olduğunu ortaya koymuştur.Karıştırıcı cihazların güç sarfiyatı konusunda ise birçok araştırma yapılmış ve standardize edilmiştir.Bu yüzden sıvı karıştırıcılarda güç harcamasının belirlenmesinde problemlerle karşılaşılmamaktadır.

2.1-MADDELERİN KARİSTİRİLMALARI

2.1.1 Gazların-Sıvılarla Karıştırılması:

Bu tür karışımlar genel olarak, gazı türbin altına enjekte ederek yapılır.Gazın bir pervane altına gönderilmesi bir

fayda sağlamaz. Çünkü pervaneden doğan akım eksenele ve aşağıya doğrudur.

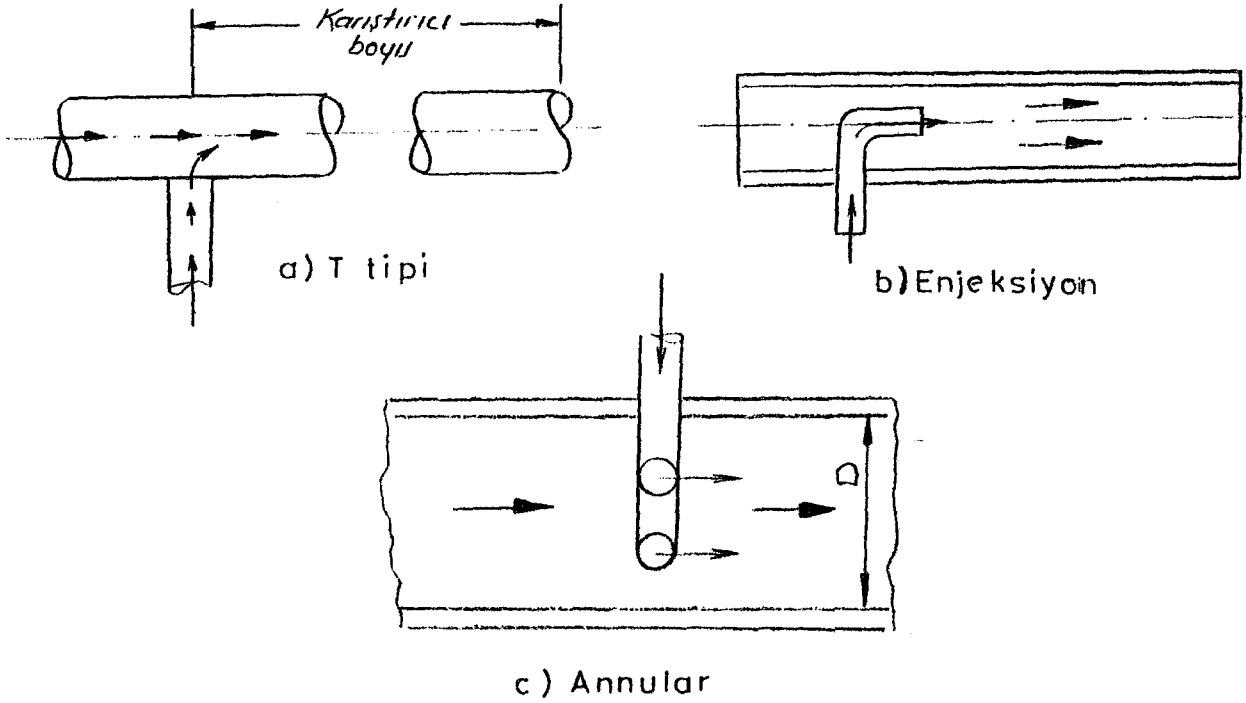
Tamamıyla bu yönde olmamakla beraber onunla ilgili bulunan eski bir metod ise su şekilde uygulanır. Gazın tank içerisinde bulunan sıvıya delikli bir boru yolu ile gönderilmesi şeklindedir. Bu metod sadece yetersiz olmakla kalmayıp hem karışma için uzun bir zamana ihtiyaç gösterir ve hemde yukarıdaki metodlardan daha fazla kuvveti gerektirir.

2.1.2 Sıvıların-Sıvılarla Karıştırılması:

2.1.2.1 Karışabilir sıvıların Karıştırılması:

Statik cihazlar ile yapılan akıcı karışımlar, bir boru hattı içerisinde türbülanslı akım gerçekleştirmek suretiyle yapılan ucuz yöntemlerdendir. Bazı tipik örnekleri şekil 1 a, b, c de gösterilmiştir. Basit T karıştırıcı (a) 10-20 mm boru ebadı ile verilmiştir. Bu karıştırıcılar düşük viskoziteli akışkanların karışımı için uygundur ($\leq 50 \text{ Ns/m}$). Ancak akış türbülanslı, akışkanların yoğunlukları ve akış oranları birbirine yakın olmalıdır.

Enjeksiyonlu karıştırıcılar (b) de gösterilmiştir. Normal akış yapan bir akışkanın içine konsentrik bir boru sayesinde ikinci bir akışkan gönderilerek karışım sağlanır. Şekil 1 c de ise halkalı şekilde düzenlenmiş jetin içinden geçirilen akışkan boru içindeki diğer akışkanla karıştırılabilir. Bu cihazlar diğerlerine göre daha düşük akışlarda kullanılır. 80 mm boru ebadına kadar tatmin edicidirler. Karışımın istenilen özelliklere haiz olması için karışım uzunluğunun uygun seçilmesi gerekmektedir.

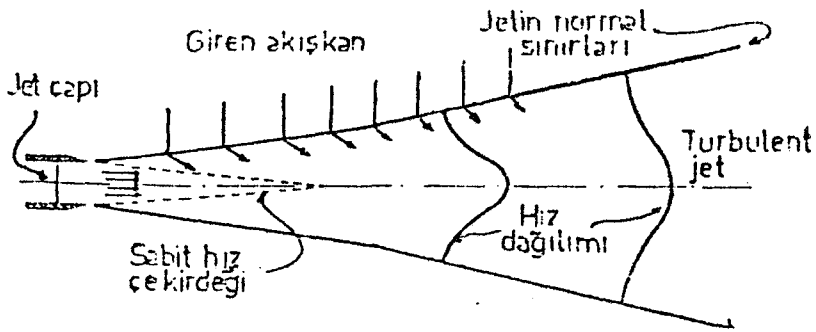


Sekil 1 -Statik Karıştırıcılar

Karıştırma metodu, karıştırılmaları istenilen sıvıların boru içerisinde türbülans meydana getirmesine bağlıdır. Türbülans, sıvının birbirine komşu iki tabakası arasındaki hız farkının bir fonksiyonudur. Hemen hemen hareketsiz duran bir sıvı ile temasta bulunan diğer bir sıvı son derece hızlı bir şekilde hareket edecek olursa sıvıların temas yüzeyinde yüksek bir hız farkı meydana gelir ve bu iki iş yapar. Bunlardan birincisi çekim kuvveti (doğrudan doğruya dv/dy ile orantılıdır) olup hızla hareket eden sıvıyı kısımlara parçalar ve bu parçaları, anafor veya girdap halinde daha az hızla hareket eden alanlara gönderir. Bu girdaplar oldukça uzun bir zaman kalır ve sonunda, enerjilerinin ısıya dönüşmesi sebebi ile kendi kendilerini dağıtırlar.

Bernouilli teoremine göre yüksek hızla hareket eden sıvı kendisini çevreleyen ve daha düşük bir hızla hareket eden

sıvıya oranla daha az statik basınca sahiptir. Bunun bir sonucu olarak durgun olan sıvı yüksek hızlı sıvıya oranla daha yüksek statik basınca sahip olur. Bu sebeple düşük hızla hareket eden sıvı yüksek hızla hareket eden sıvı jeti içerisine doğru çekilir. Bu prensip, yüksek hızla sahip akışkan jetinin düşük hızla sahip olan akışkanı sürüklediği ve onun büyük miktarlarını gerçek bir şekilde pompaladığını göstermiştir. Bundan dolayı karıştırma cihazlarının pek çoğu, yüksek lokal hız meydana getirmeyi esas alarak projelendirilmişlerdir. Bunlar kendi türbülanslarını veya meydana getirdikleri girdapların türbülanslarını, karıştırılması istenen kütlenin tüm uzunluğu boyunca taşıyacak şekilde yönlendirirler. Şekil 2 yüksek hızlı sıvı jetinin, kendisi ile karışabilen ve büyük bir kütleye sahip olan statik sıvı içerisine girişini sematik olarak göstermektedir.



Şekil 2 -Hareketsiz sıvı kütlesine giren sıvı jetinin şekli (J.H. Rushton ve J.Y.Oldshue)

Jetin çekirdek (göbek) kısmında sabit hızlı bir bölge vardır. Jetin dış kenarları boyunca, jeti meydana getiren

sıvı ile kendisini çevreleyen sıvı hızları arasında büyük bir fark olduğu için koparılmış girdaplar (şekilde gösterilmiştir) meydana gelir. Statik basınç farkı sebebi ile yavaş hareket eden sıvı jet tarafından sürüklenerek taşınır. Yavaş hareket eden sıvının jete katılması sebebi ile jetin hacmi artar ve buna ilaveten; jetin azalan hızı, jetin genişlemesine sebep olur. Kararlı bir su jetinin hareketsiz olan bir su içerisine sokulması yeni bir jetin oluşumuna sebep olur ve bu jetin sınırları eksenden, eğimi 1 ila 5 olacak şekilde bir açı ile uzaklaşır. Bu şekildeki bir jet, kendisini saran suyu aşağıdaki eşitlikte belirtilen miktarda sürükleyerek taşır.

$$Q_f = (0.23 \cdot X / D_0 - 1) \cdot Q$$

Yukarıdaki eşitlikte:

Q_f : Sürüklenen suyun miktarı
 X : Jet eksenine boyuna uzaklık
 D_0 : Jetin başlangıçtaki çapı
 Q : Giriş noktasında, Jet içerisindeki akım debisi

Q_f , Q , D_0 ve X uygun olan birimlerle ölçülmelidir. Bu bağıntıya göre jet çapının 20 ile 80 katı kadar uzaklıklar için sürüklenme gücüne sahiptir. Bu içerisinde hareketsiz sıvıyı bulunduran tank büyüklüğüne oranla, jetin hız ve hacmine bağlıdır

2.1.2.2 Farklı Özelliklere Sahip Sıvıların Karıştırılması

Bu tür sıvıların karıştırılmasında aşağıdaki faktörler göz önüne alınmalıdır.

1-Sürekli operasyonun miktarı.

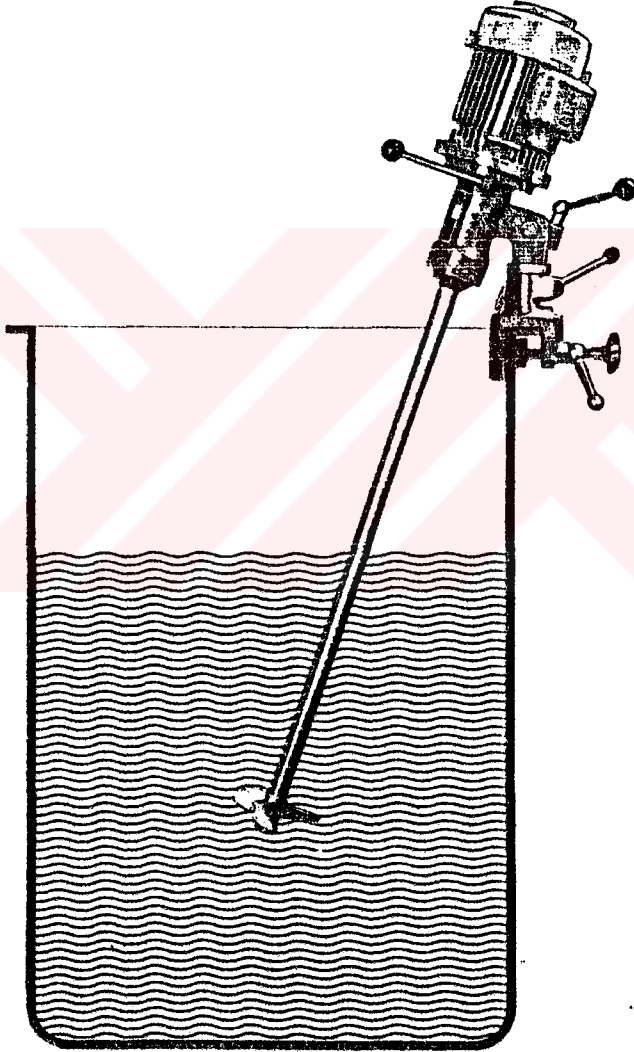
2-Doğal metodlar: Karıştırılabilir sıvılar, eriyiklerin hazırlığı, karıştırılamaz sıvıların dağılımı.

3-Gerekli karışım sıcaklık derecesi.

4-Sıvıların fiziksel özellikleri(özellikle viskoziteleri).

5-Diğer işlemler ile birleştirilmiş karışım;Reaksiyon,ısı transferi.

Bu faktörler dikkate alınarak gerekli karışım sağlanabilir Düşük viskoziteli akışkanların devamlı karışımları için mikserler kullanılabilir.Sekil 3 te böyle bir mikser görülmektedir.

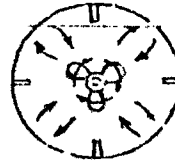
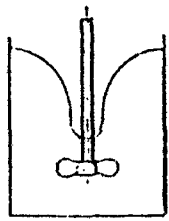


Sekil 3 -Portatif mikser

Kullanım alanı:Kimya sanayilerinde, boya ve vernik endüstrisinde, madeni yağ endüstrisinde sıkça kullanılmaktadır.

Sıvıların karışımını sağlayan cihazlar, çarkları, deniz taşıt araçlarına ait pervanelere benzeyen pervaneleri ve türbinleri kapsayacak şekilde standardize edilebilir. Basit çarklar son zamanlarda oldukça az ve genel olarak sadece ufak işlerde kullanılmaktadır. Pervaneler ise çok daha fazla önem taşımaktadır.

Pervanelerin yerleştirilmeleri ile ilgili farklı metodlar şekil 4 te gösterilmektedir. Tank merkezine dikey olarak yerleştirilmiş bir pervaneden ve tank kenarlarına akım kırıcı konulmamış bir karıştırma tankından oluşan düzenek iyi sonuç vermez (Şekil 4 a). Çünkü hemen hemen sadece bir dönme hareketi verir ve pervaneye doğru yönelen bir girdap göbeği meydana getirir. Bu durum pervane çevresindeki karışıma hava girmesine ve pervane çalışmasının yavaşlamasına sebep olur. Daha iyi sonuç veren bir düzen tank kenarlarına Şekil 4 b de gösterildiği gibi akım kırıcılar koymaktır. Genel olarak bunların sayısı dört olup genişlikleri tank çapının 1/10 ila 1/12 si kadardır.

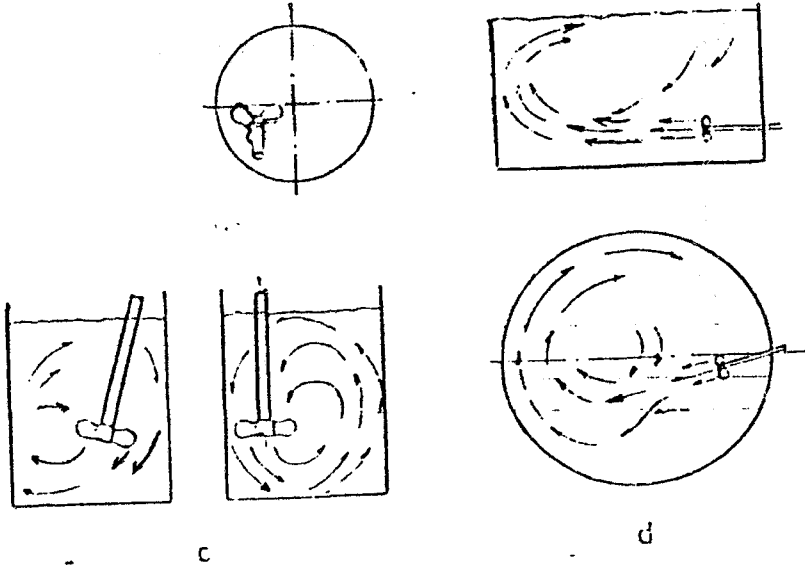


a

b

Mil tank merkezine dik ve akım kırıcı yok

Mil tank merkezine dik ve akım kırıcı var



Akım kırıcı yok
Pervane kenara
yerleştirilmiş

Büyük tanklar için
yanal giriş düzeni

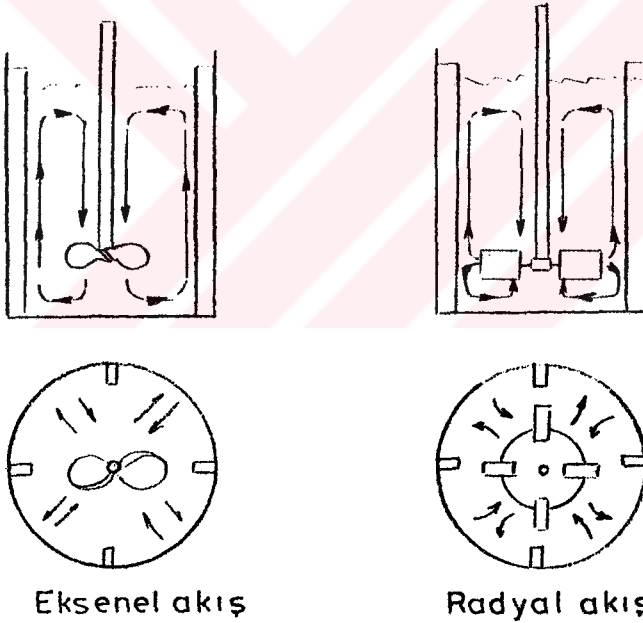
Sekil 4 -Pervaneli karıştırıcı tiplerini

Sıvıların karıştırılmaları halinde, bu akım kırıcılar tank duvarına yapışmışlardır. Katıların sıvılar içerisinde suspan-siyon durumuna getirilmeleri istenilmekte ise, tank duvarı ile akım kırıcı arasında yaklaşık olarak 2-3 cm lik bir acıklık bırakılacaktır. Pervanenin dik veya yatık olarak fakat merkezden farklı bir noktaya yerleştirilmesi çok iyi sonuç verir (Sekil 4 c). Safta yukarıdan bakıldığında dönme, saat yönünün aksi yönündedir, hem dikeyle meydana getirilen açı hemde merkezden uzaklık büyük önem taşır. Çok büyük tanklarda pervanenin yandan girişi hemen hemen standart bir hal almıştır. Bunlar daima tank yarı çapı ile bir açı yapacak şekilde yerleştirilirler ve bu açı büyük önem taşır (Sekil 4d)

Sekil 5 'te ise karışım meydana gelen akış modelleri gösterilmiştir. Bu akışlar radyal ve aksenal olarak sınıflandırılabilir (Bu konuya daha sonra değinilecektir). Karışım karıştırıcı vasıtasıyla oluşan dolaylı girdapların hareketi

ile. mikroskopik ölçekte sıvının hacimsel akışı ile meydana gelir. Hacim akışı katıların süspansiyonu ve karıştırılabilir sıvıların karıştırılmaları için, üstün karıştırma olaylarından dır. Türbülanslı karışımın, kütle transferi ve ısı transferinde önemli bir yeri vardır, proses kontrol imkanı sağlar

Düz kanatlı türbinler esasen radyal akışlı aletlerdir. pervaneli ve değişik çarklı türbinler esasen aksenal akışlı aletlerdir. Bunlar karıştırıcı çarkından ayrılan akışkanın baskın doğrultusuna göre isimlendirilirler. Farklı özelliklere sahip sıvıların karıştırılmalarında kullanılmakta olan çark çeşitlerine, karıştırıcı ekipmanlar kısmında değinilecektir.



Eksenel akış

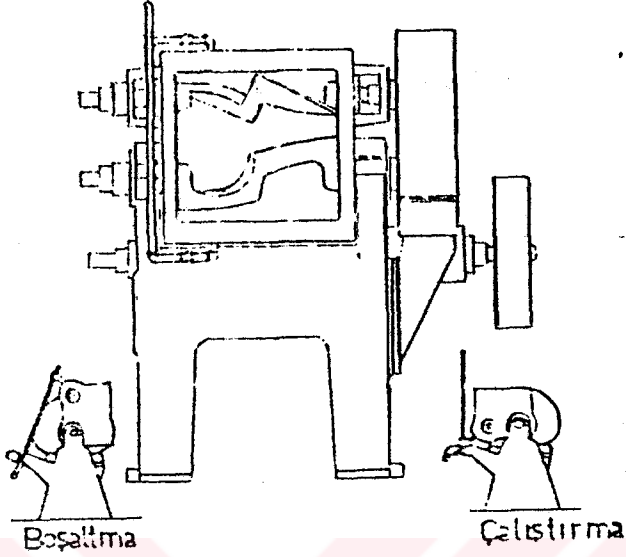
Radyal akış

Sekil 5 -Karıştırıcı akış tipleri

2.1.3 Viskoz Maddelerin Karıştırılması:

Bu durum için pek az sistematik bilgi vermek mümkündür. Viskozitesi çok yüksek maddeler için yoğurma makinasının (sekil 6) kullanılması oldukça yaygındır. Yaklaşık olarak yarı silindirik bir tabanı olan üstü acık bir tekmeden meydana

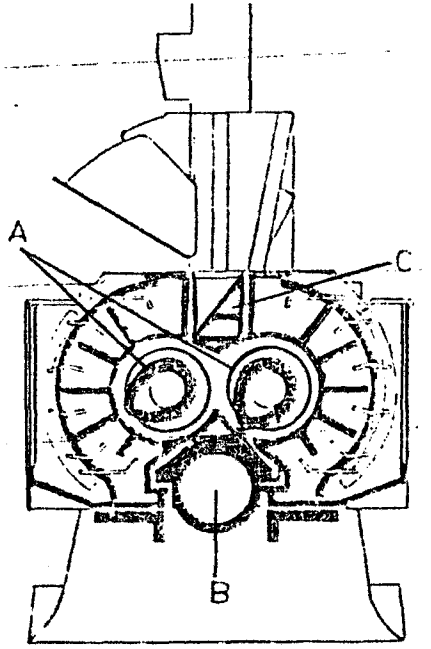
gelmiştir.Bu teknenin içerisinde kendilerine Z şekli verilmiş iki yatay bıçak dönmektedir.



Sekil 6 -Yoğurma makinası

Bu yapı şekli genellikle sigma kanat olarak adlandırılır. Bu bıçaklar, bir bıçak tarafından döndürülen madde hemen onu izleyen bıçak tarafından alınıp döndürülebilecek şekilde tasarlanmış ve yerleştirilmişlerdir.Bu cihazlar büyük boyutlarda yapılmış olup çok fazla güç kullanacak şekilde projelendirilmişlerdir.

Isıtmak veya soğutmak amacıyla bir caket ile sarılmış olabildikleri gibi ucucu karakterdeki çözücülerin kaybolmalarını önlemek amacı ile tamamıyla kapalı olarakda yapılabilirler.Bu cihazlar her zaman süresiz olarak çalışırlar ve bu sebeple cihazların boşaltılması makina gücü ile çalışan diğer cihazlar yardımı ile yapılır.Sekil 6 'da böyle bir cihaz görülmektedir.Bıçakların şekil ve durumunu göstermek amacı ile cihaz boşaltma durumunda çizilmiştir.

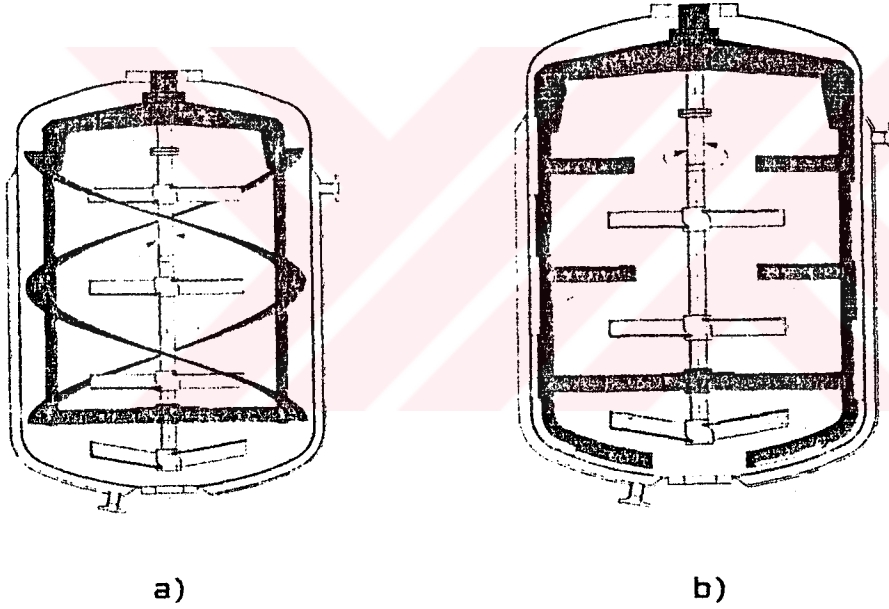


Sekil 7 -Banbury Karıştırıcısı
A:Bıçaklar,B:Bosaltma Kapağı,C:Besleme kovanı

Sekil 7 'de Banbury karıştırıcısı görülmektedir.Bu cihaz çoğunlukla kaucuğun karıştırılması ve yoğurulmasında kullanılır.Her biri silindirik gövde içerisinde yer almış iki bıçağı veya kanadı bulunan son derece ağır bir makinadır.Bu silindirler kısmen birbirlerini keserler.Bıçaklar, armut biçiminde fakat, eksen boyunca kesiti spiral bir yapı gösterir ve bu iki spiral birbirlerini kenetler.Böyle bir makinanın çok fazla güç kullanması (500 Hp ye kadar) sebebiyle, silindir duvarları su püskürtücülerle soğutulur.Bıçakların altında yer alan ve ağır kayan bir kapı bosaltmayı sağlar.Hidrolik bir silindir tarafından tutulan izleyici bir ağırlık, maddenin makina içerisinde tutulmasını temin eder.

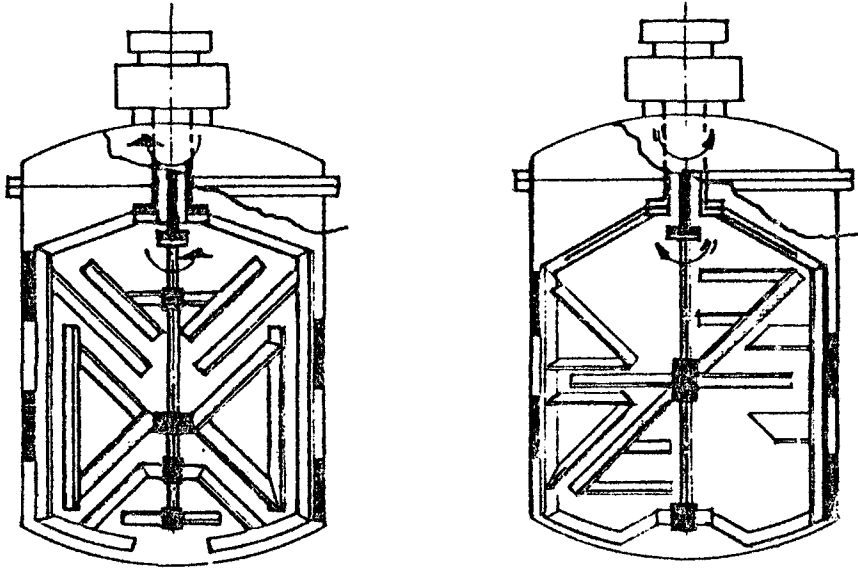
Sekil 8 'de viskoz maddelerin karıştırılmasında kullanılan değişik dizaynlı karıştırıcılar görülmektedir.Bu tür karıştırıcılarda iki adet tahrik sistemi mevcuttur.İç kısımdaki

kanatlar ile dış kısımdaki kanatlar birbirine ters yönde dönmektedirler. Genellikle kimya sektörlerinde, ilaç sanayiinde, kozmetik sanayiinde, yıkama acentelerinde, boya-vernük yapıştırıcı imalatında, makina yağı imalatında, gıda sanayiinde, kağıt endüstrisinde kullanılabilirler. Karıştırıcı tankı çevresindeki gömlek içerisine karıştırılan malzemenin fiziksel özelliklerini düzenleyecek şekilde sıcak veya soğuk akışkan gönderilir. Böylece karışımın daha düzenli olması sağlanmış olur.



Sekil 8 -Viskoz madde karıştırıcıları (a-ici düz,dışı spiral kanatlı karıştırıcı b-ici düz,dışı düz kanatlı karıştırıcı)

Sekil 9 'da da kozmetik, ilaç, boya ve vernük, kursun kalem, gıda, ve kimya endüstrilerinde kullanılan karıştırıcı dizaynları görülmektedir. Bu tip karıştırıcılarda da iki tahrik mekanizması vardır. İc kısımdaki kanatlar ile dış kısımdaki kanatlar birbirlerine ters yönde dönmektedirler.

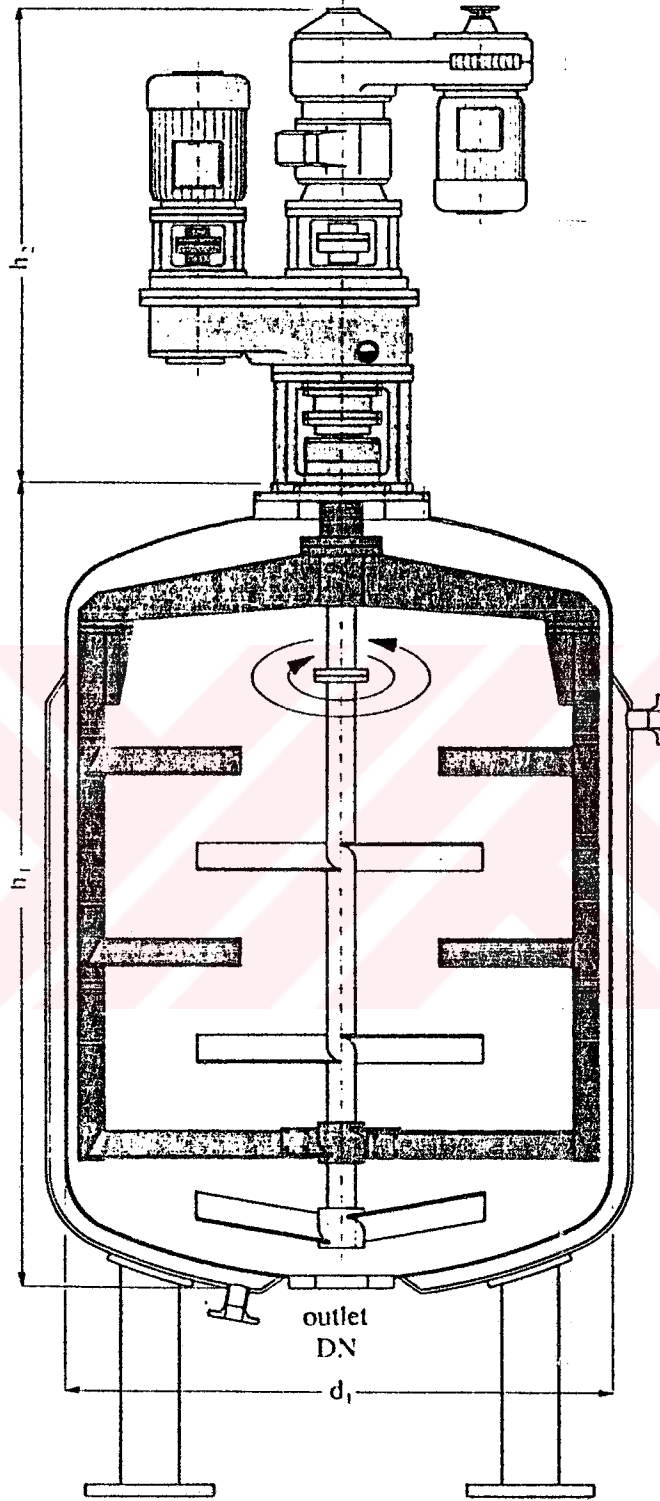


Sekil 9 -Özel şekilli karıştırıcılar.

Bu tür karıştırıcılarda, kanat sayısının fazlalığı ve yerleştirme tarzı dolayısıyla, düşük hızlarda dahi sirkülasyon performansı yüksek olur. Sekil 10'da böyle bir karıştırıcı cihazın kompleksi görülmektedir.

2.1.4 Sıvıların Katılarla Karıştırılması:

Sıvının birim hacmindeki, katı miktarının çok fazla olmadığı durumlarda, ayrıca katının büyük tanecikli olmadığı sıvının ise çok fazla viskoz olmadığı durumlarda düz kanatlı türbin kullanarak katıları sıvılar içerisinde suspansiyon haline getirmek mümkün olur. Eğer bunun harici bir durum mevcut ise operasyon yoğurma veya bir katının diğer bir katı ile karıştırılması şeklini alır.

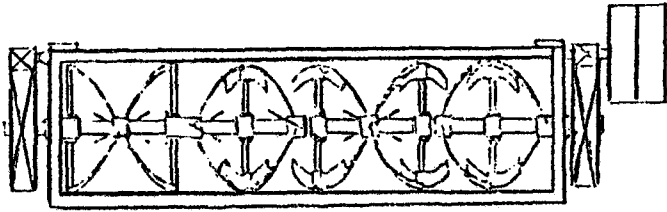


Şekil 10-Hamur kıvamındaki maddelerin yoğrulmasında kullanılan karıştırıcı sistemi

2.1.5 Katıların Katıların veya Az Miktardaki Sıvılarla Karıştırılması:

Bu konuda sistematik bir sınıflandırma yapmak mümkün değildir. Sadece çok değişik tipte cihaz kullanılmakla kalmayıp aynı amaçla kullanılan cihazların tipleri, birbirlerinden çok farklı endüstri kollarında da ayrıdır.

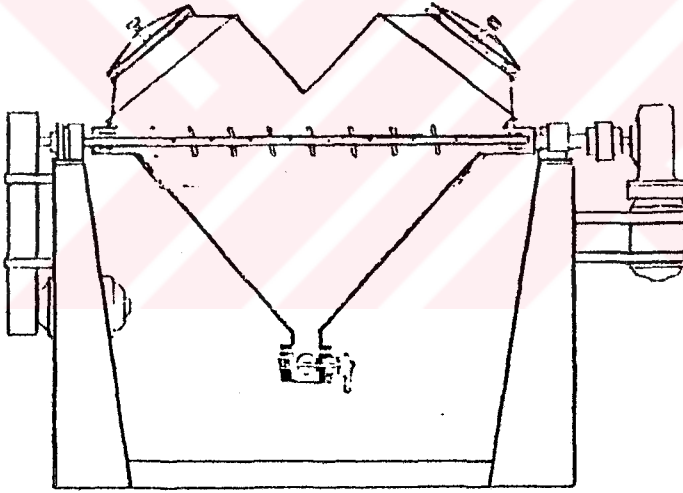
Çok ufak tanecikli kuru tozların karıştırılması halinde maddenin bir yerden diğer bir yere taşınması esnasında vidalı konveyörlerin kullanılmaları iyi bir karışma meydana gelmesini sağlar. Bu durumda yeniden bir cihaza ve yeniden bir güce ihtiyaç duyulmaz. Süreksiz çalışmalar için kuru karıştırıcı (şekil 11) pek sık kullanılır. Bu yarı silindirik bir tekne içerisine gelmiş olup toz sızmasını önlemek amacı ile üstü kapatılmıştır. İçerisinde iki veya daha fazla sayıda seritli spiraller vardır. Spiralin biri sağa, diğeri ise sola döner ve böylece madde tekne içerisinden ileriye ve geriye doğru hareket eder.



Şekil 11 -Kuru karıştırıcı

Toz halindeki kuru maddelerin karıştırılmasında kullanılan diğer bir tip karıştırıcı döner silindirik karıştırıcıdır. Bu içerisinden derin oyuklar olan veya kepçe şekli verilmiş ka-

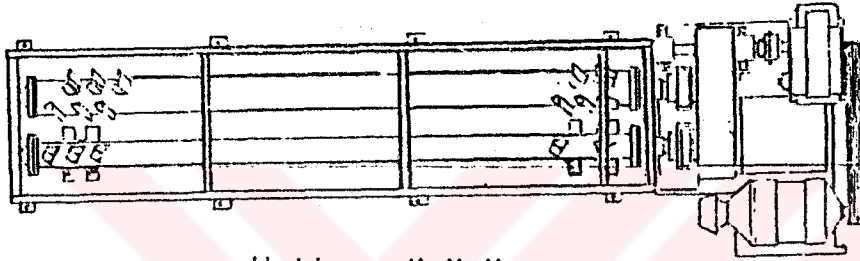
natlar bulnan döner bir silindirden ibarettir. Herkesce bilinen beton karıştırıcılar buna bir örnektir. Çift konili karıştırıcı, alt kısımları karşı karşıya gelecek şekilde bağlanmış iki koniden oluşmuştur. Bazı tiplerde aralarında silindirik bir kısım olmasına karşılık bazı tiplerde yoktur. Cihaz konilerin tepe noktalarını birleştiren doğruya dik bir eksen etrafında döner. Buna benzer diğer bir cihaz (şekil 12) iki kısa silindirden oluşmuştur ve bu silindirler, eksenleri arasındaki açı 90 derece olacak şekilde birleştirilmiştir. Bu cihaz silindirlerin birleştirilme yüzeyine dik ve merkezinin biraz üzerinde olan bir eksen etrafında döner.



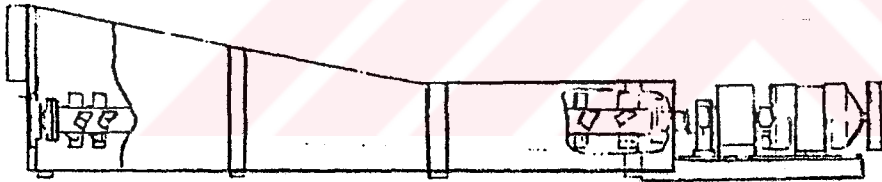
Sekil 12 -V şekilli karıştırıcı

Plastik yapıda olan maddelerin karıştırılmaları için önceki kısımda açıklaması yapılan yoğurma makinası uygundur. Bu konuda diğer bir cihaz camur karma makinasıdır (şekil 13). Bu cihaz esas itibarıyla içerisinde birbirlerine paralel ve alt kısma yakın dönen iki saftı bulunan bir tekerden oluşmuştur. Bu saftlar üzerinde eğimli kanatlar, kürekler veya civiler

vardır. Bu iki saft biri diğ erinin izlemis oldu ğ u yola gelecek şekilde yerleşt irilmislerdir. Bu cihaz killerin karış tırılmasında oldukça fazla kullanılır. Kıvamlı maddelerin karış tırılmasında kullanılan diğ er bir tip karış tırıcı macun bıcağıdır. Çok de ğ isik tipte bulunan öğ ütme cihazları da katıların karış tırılmalarında kullanılabilirler. Bu esnada az miktarda sıvıda kullanıldığı olur. Böylece öğ ütmenin yanında birde karış tırma yapılır.



Ustten görünüs



Yandan görünüs

Sekil 13 -Camur karma makinası

Bu konu sıvıların-sıvılarla karış tırılmasından çok daha fazla güçlükler çıkarır. Sıvıların karış tırılmasında gerçekte muntazam olan son bir numunenin elde olması, karış manın tamamlanıp tamamlanmaması konusunda, hangi kriter alınmış olursa olsun bir fikir verir. Akla yatkın bir karış tırma zamanı tamamıyla birbirlerine benzer numuneler vermeye yeterli olmaktadır. Böyle bir durum, katıların karış tırılmasında çok

ender olarak elde edilebilir. Bu gibi durumlarda kütlenin tümünden gelisi güzel fakat muntazam olan bir numune almak mümkün ise de bunların ufak miktarlarda alınması halinde muntazam olmadıkları görülür. Sonuç olarak katıların karıştırılmasını açıklayan teori konusunda pek az şey yapıldığı söylenebilir.

İhtimaliyet teorisinin belirttiğine göre çok sayıda gözlemler yapılır ve bunlardan meydana gelen hatalar tamamen bir tesadüf eseri olursa araştırılan büyüklüklerin en çok mümkün olan değeri, tek tek okumalara ait sapma kareleri toplamının minimum olanıdır. Bundan "kare kök ortalama" kriteri geliştirilmiştir. Bu kriter şu şekilde hesaplanır; sapmaların kareleri alınır ve bunlar toplanır, bu sayı gözlemlerin sayısına ve en çok mümkün değerın karesine bölünür, sonuç olarakta hepsinin karekökü alınır. Bu anlatım aşağıdaki şekilde formüle edilebilir.

$$D_v = \left[\sum (C_A - C_{mA})^2 / n \cdot C_{mA}^2 \right]^{0,5}$$

Yukarıdaki eşitlikte:

D_v : Karıştırma derecesini belirleyen kriter.

C_{mA} : Karışımda A komponentinin gerçek ortalama konsantrasyonu (Karışımda bulunan her bir komponentin miktarı olarak pratikte uygulama bulur).

C_A : Tek bir numunede A komponentinin konsantrasyonu.

n : Numune sayısı.

Maddenin daha iyi karıştırılması halinde bu kriter sifıra yaklaşır. Karıştırma yapılmamış bir madde topluluğunda bunun başlangıç değeri D_{v0} konsantrasyonla değişir ve memnuniyet

vermekten uzaktır. Bu değer aşağıdaki sekilde hesaplanır.

$$D_{v0} = (1 - C_{mA} / C_{mA})^{0,5}$$

Bu değerden aynılık (Uniformite) endeksi I aşağıdaki sekilde çıkarılır.

$$I = D_v / D_{v0} = [\sum (C_A - C_{mA})^2 / n \cdot (1 - C_{mA}) \cdot C_{mA}]^{0,5}$$

Aynılık endeksi karıştırma yapılmamış madde topluluklarında 1.0 den baslamak ve tamamıyle karıştırılmış madde topluluklarında sıfır olmak üzere değişir. Bu sebeple aynılık endeksi, karıştırmanın tamam olup olmadığını gösteren bir kriterdir. Aynı kriter sıvıların karıştırılmalarında uygulanabilir, fakat pek fazla gerekmez.

3-KARISTIRICI EKIPMANLAR:

3.1-Karıştırıcı çarklar:

Karıştırıcı çarklar; türbin, pervane, levha, capa, helisel serit şeklinde çarklar olarak isimlendirilebilirler. Bunlardan türbin tipindeki çarklar (şekil 14 a-b) genellikle radyal akış oluşturlar. Diğer tiplere göre karışımında daha iyi ısı transferi gerçekleştirirler. Düşük viskoziteli maddelerin karıştırılmasında, katıların sıvılar ile çözündürülmesinde kullanılırlar.

Pervane (şekil 14 c) ve levha (şekil 15 a) tipi karıştırıcı çarklar ise aksel akış sağlarlar. Bunlarda karıştırma, çözünme, sirkülasyon oluşturmak amacıyla kullanılırlar.

Capa tipi (şekil 15 b) karıştırıcı çarklar ise teğetsel karıştırıcılar sınıfına girerler. Viskozitesi yüksek olan sıvıların karıştırılmasında sıkça kullanılırlar. Düşük devirlerde çalışırlar.

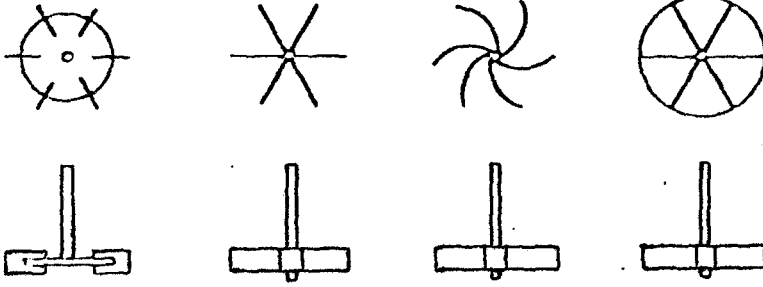
Helisel şekilli karıştırıcı çarklar (Şekil 15 c) ise yine yüksek viskoziteli sıvıların ve hamur kıvamındaki maddelerin karıştırılmalarında kullanılır. Düşük devirlerde çalışırlar.

Yüksek viskoziteli maddelerin karıştırılmalarında, çok değişik şekilde kanatlar dizayn edilebilir.

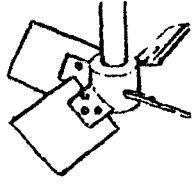
Tank hacmi ve sıvı viskozitesine göre karıştırıcı çark seçim diyagramı çizelge 1 'de verilmistir.

* Çizelge: R.K SINNOT -College Of Swansea

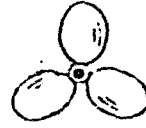
KARISTIRICI CARK TIPLERİ



a) Turbin carkları

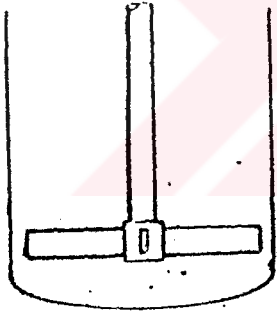


b) Egik kanatlı türbin

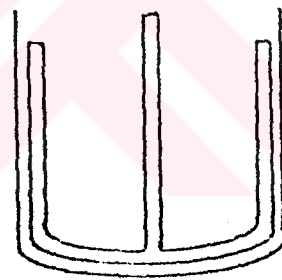


c) Pervane tipi

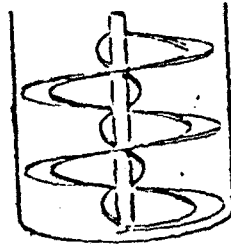
Sekil 14 -Temel cark tipleri



a) Levha tipi (paddle)

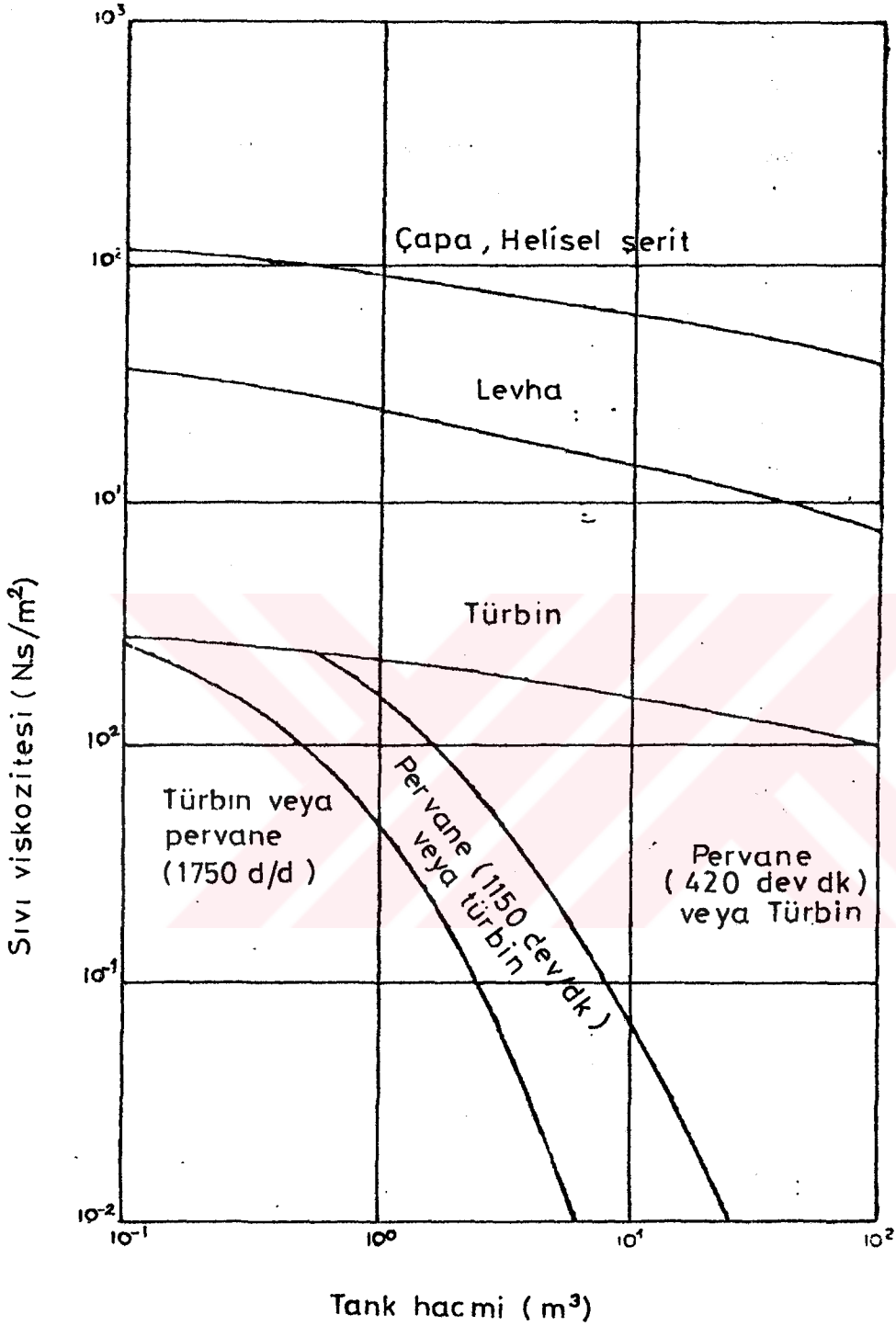


b) Cupa tipi



c) Helisel seritli

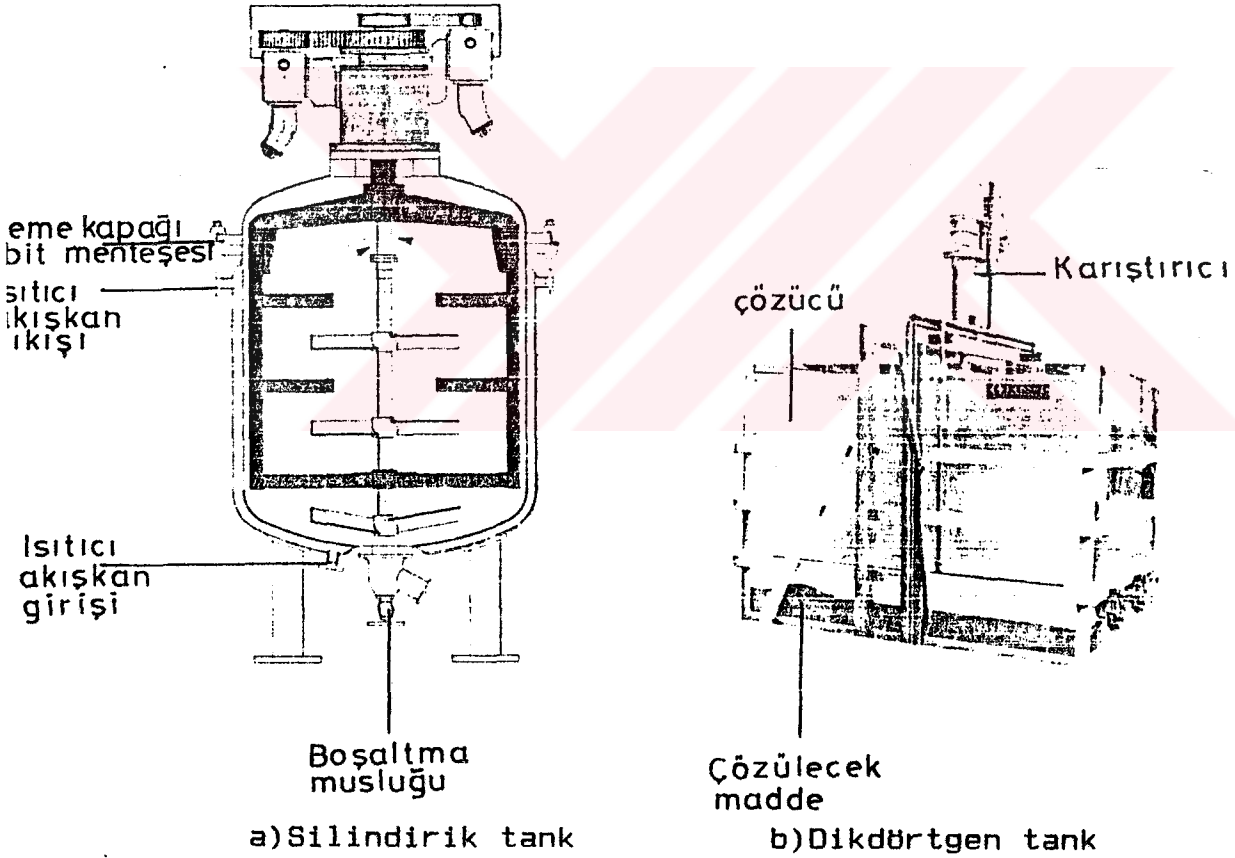
Sekil 15 -Düşük hız carkları



Cizelge 1 -Tank hacmine ve sıvı viskozitesine bağlı olarak karıştırıcı çark seçimi.

3.2 Tanklar:

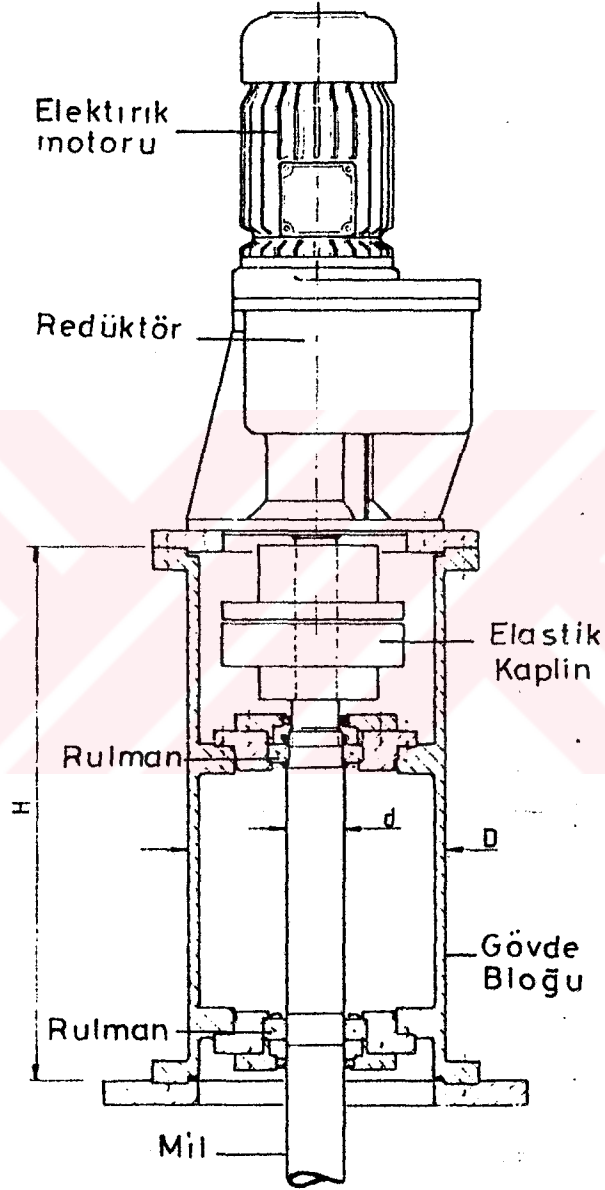
Karıştırıcı ekipmanlardan tanklar, karışımın daha Uniform ve homojen olması bakımından genellikle silindirik olarak secilirler. Karışımı yapılan maddenin özelliğine göre (katı sıvı) kubik, konik ve yarı silindirik olanlarıda vardır. Aşağıda bu tanklardan ikisi gösterilmektedir şekil 16.



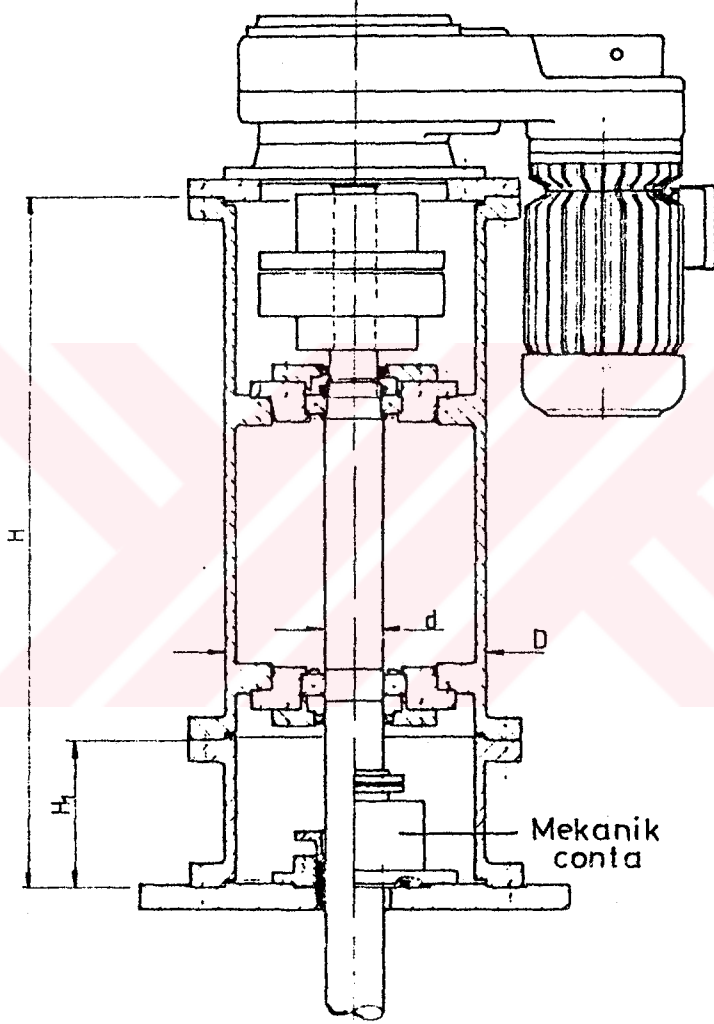
Şekil 16 - Tank örnekleri

Silindirik tanklar genellikle gömlekli olarak imal edilirler. Böylece karışımı düzenleyecek ısıtma-soğutma olayı gömlek içerisine sıcak veya soğuk akışkan göndermekle sağlanmış olur.

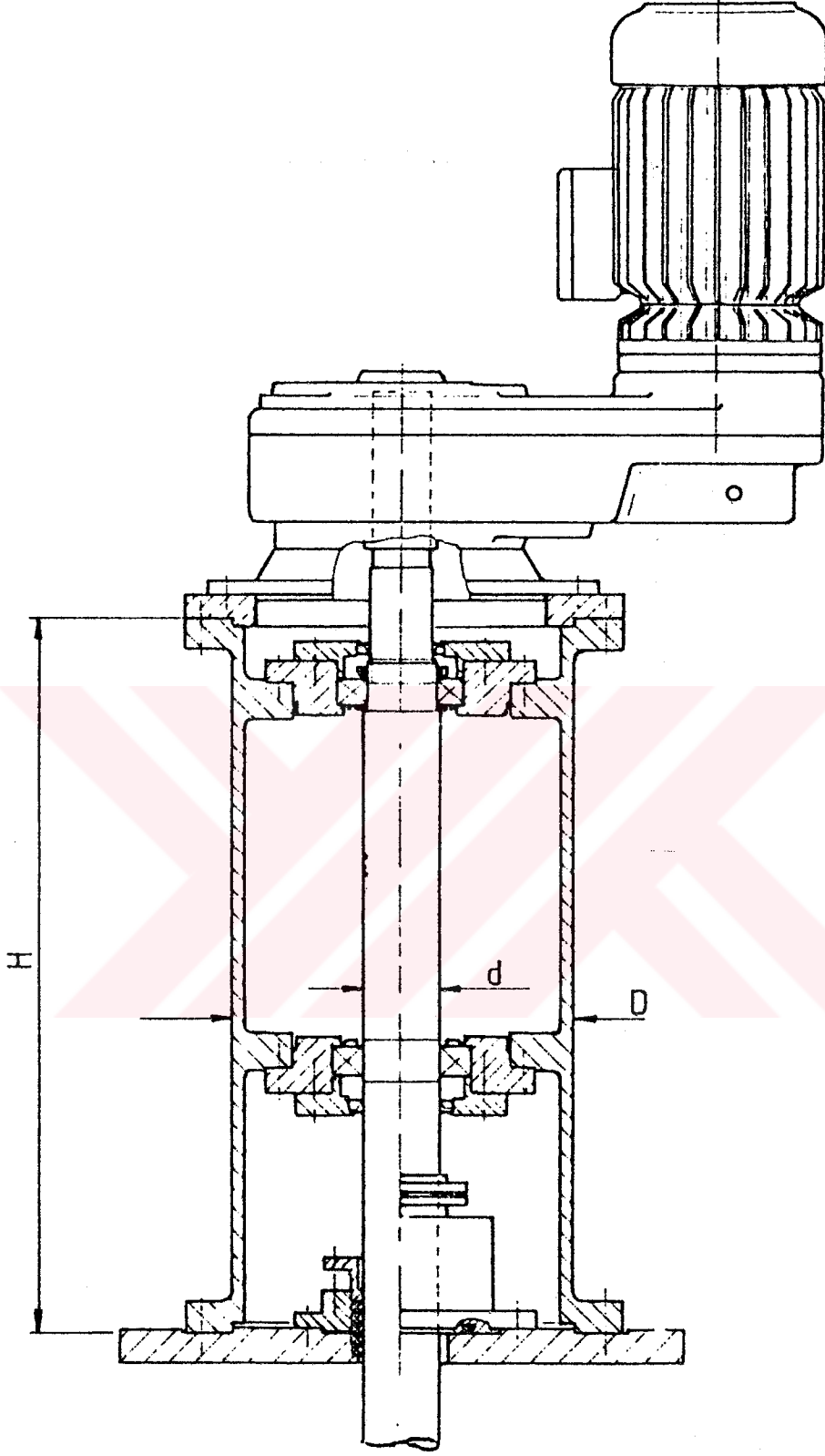
3.3 Karıştırıcı tahrik mekanizmaları ve millerin yataklanma örnekleri:



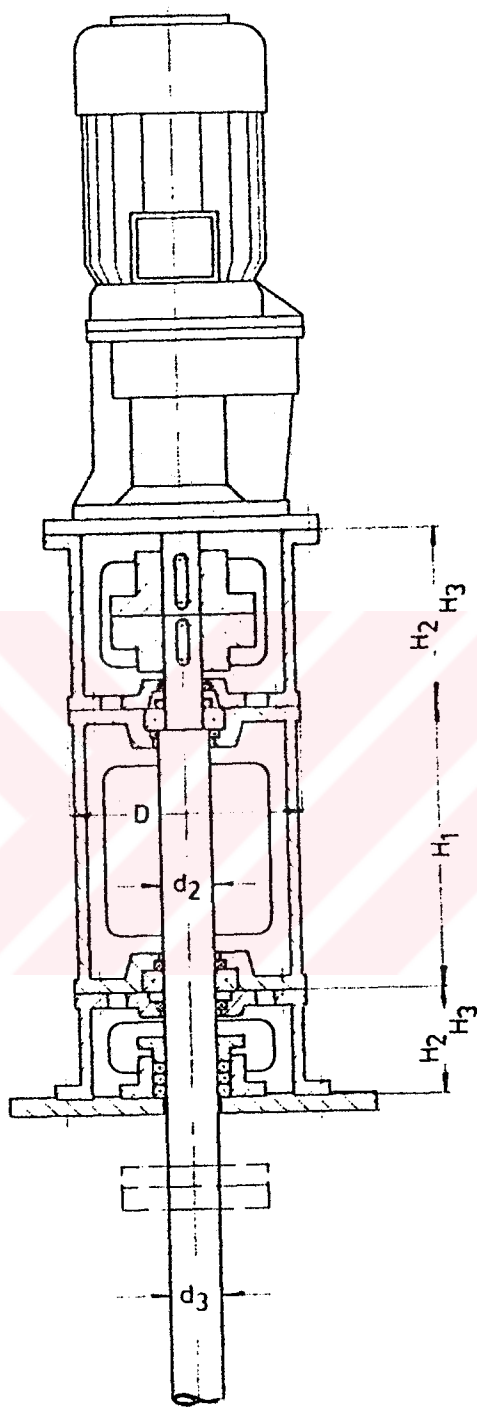
Sekil 17 -Tek parca gövde bloğu ve iki yerden rulmanlı yataklama şekli



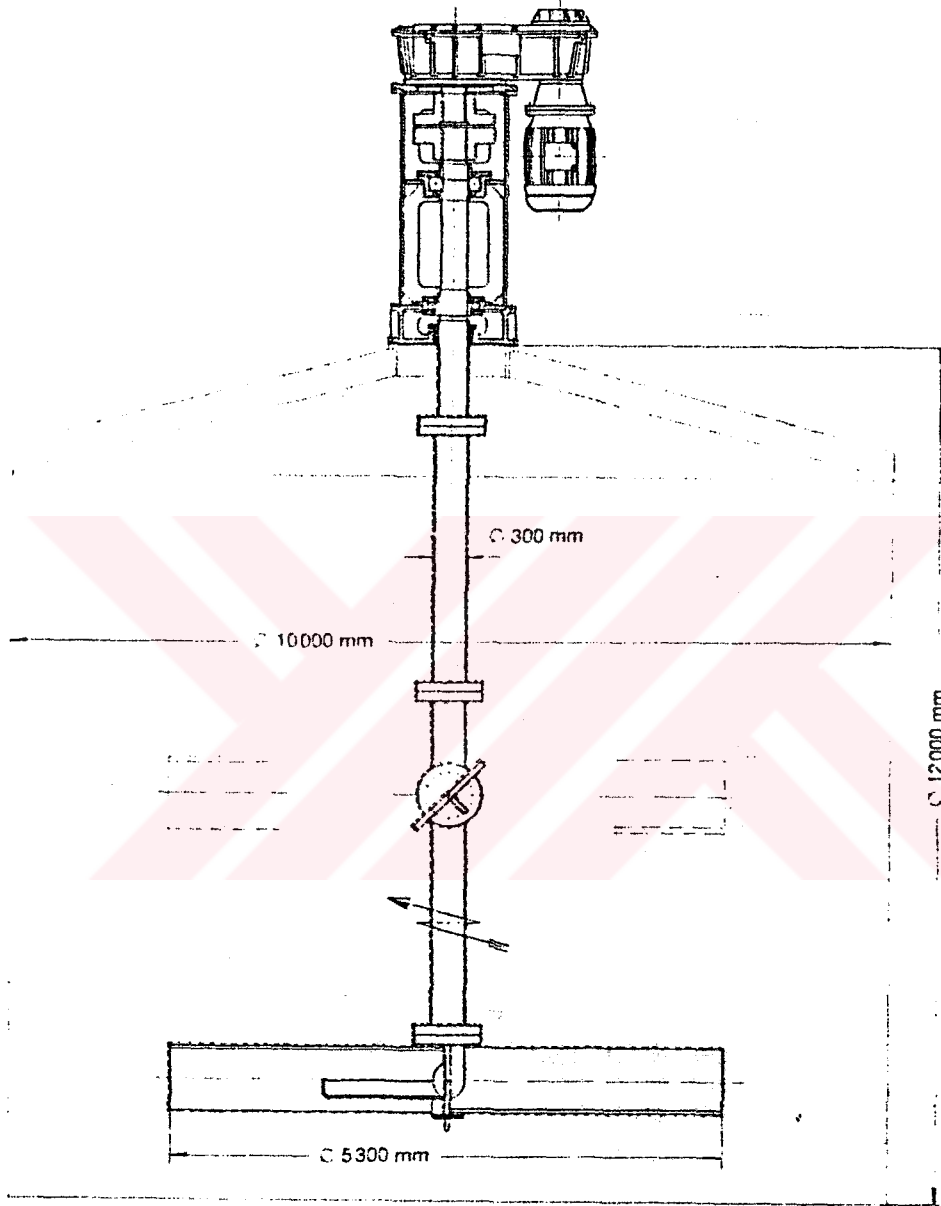
Sekil 18 -iki parca gövde bloğu ve iki yerden
rulman, alttan mekanik conta ile yataklama



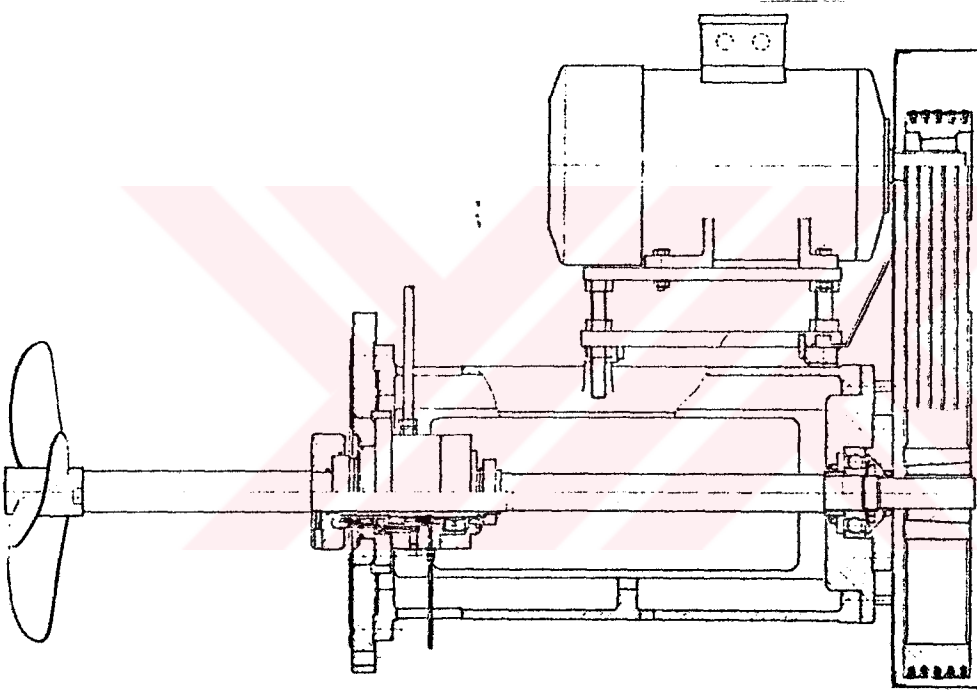
Sekil 19 -Elastik kaplin kullanılmadan
yataklanmış mil.



Sekil 20 -Gövde bloğu 3 parçalı, elastik kaplinli
iki yerden rulman, alttan ise mekanik
conta ile yataklanmış tahrik mekanizması.



Sekil 21 -Gövde bloğu 3 parçalı tahrik mekanizmasının
tanka yerleştirilmesi

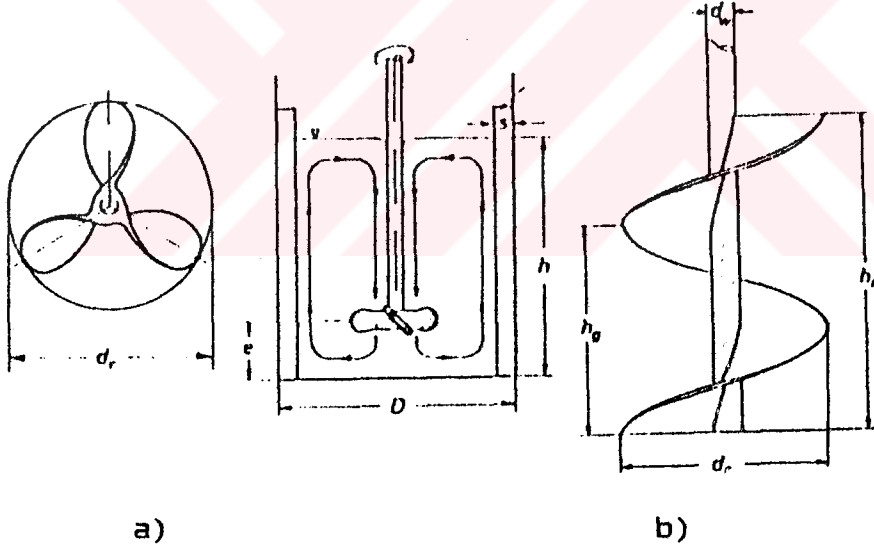


Sekil 22 -Motoru gövde bloğu Uzerine yerlestirilmis mekanik conta ve rulman ile yataklanmis yatay karistirici.

4 Karıştırıcıların Akım Sekillerine Göre Sınıflandırılması

4.1 Eksenel Karıştırıcılar:

Sekil 23 'de eksenel karıştırıcılara ait örnek verilmiştir. Bunlar pervane tipi karıştırıcılar ve vidalı karıştırıcılar-
dır. Pervane tipi karıştırıcı genellikle Uc bıçaklı olarak karşımıza çıkmaktadır. Capı ise d_r olarak gösterilir. Bıçakların eğimleri radyal yönde değişebilir. Eğim ölçüsü olarak adım yüksekliği h_g verilir. Bu yükseklik bir vidalı karıştırıcı yaprak yüzeyinin kendi eksenini etrafında dönmesi sonucu aldığı yoldur. Genel olarak $h_g = d_r$ ve $d_r = D/3$ ifadeleri kullanılır. Buradaki D karıştırıcı tank capıdır.



Sekil 23 -Eksenel karıştırıcılar (a-pervane tipi b-vidalı tip)

Sekil 23 te görüldüğü gibi daire içerisinde gösterilen pervanenin üst yüzeyi daire yüzeyinin %30 ile %50 'si kadarını oluşturmaktadır. Pervanenin tanka yerleştirilmesi esnasında, tabandan olan yükseklik mesafesinin (e), pervane ca-

pına esit olmasına dikkat edilmelidir ($e=dr$).Pervanenin dönmesi sonucu aksenal yönde bir akım oluşturulur.Akım yönü, pervanenin dönme yönüyle tayin edilir.Sematik olarak şekil 23 te tanktaki akışkan hareketi çizilmiştir.Bu hareket biriken akışkan kütesinin dönmesidir.Bu dönme hareketi zorunlu olarak bir akışkan girdabı oluşturur.Bu girdap olayı çok yüksek devir sayılarında, pervane düzlemine kadar ilerleyebilir ve bu şekilde hava kabarcığı akışkan içerisinde yayılır.Bu istenmeyen durumu önleyebilmek için girdap oluşumunu engellemek gerekir.Bunun için tanka akım kırıcılar koyulmalıdır.Genel olarak tanka, dört adet akım kırıcı yerleştirilir.Bunların genişliği $S=D/10$ kadar olmalıdır.Akım kırıcıları tank tabanından akışkan yüzeyine kadar uzanmaktadırlar.Durgun haldeki akışkanın yüksekliği h genel olarak tank çapına esittir ($D=h$).

Akışkanın tank cidarı kenarındaki hızı çok düşük ise akım kırıcısını tank cidarına direkt olarak monte etmek yerine s' mesafesinde monte etmek daha faydalı olur.Bu şekilde tank cidarı yakınında yüksek bir hız elde etmekle birlikte, akışkanın kuvvetli bir şekilde sirkülasyonu sağlanır.

Tek bir pervane yardımıyla istenen karışım etkisi sağlanamıyor ise birden fazla pervane yerleştirilir veya benzer iletim elemanları Ust Uste sıralanır.(W.Weihrauch 1968)

Eksenel karıştırıcıların diğer bir türünde vidalı tip karıştırıcılardır.Buda şekil 23 te gösterilmektedir.Bu karıştırıcı tank merkezine ve merkezden kaçık olarak yerleştirilebilir.Merkezden kaçık yerleştirmelerde akışkanın daha kuv-

vetli karışımı söz konusudur. Karıştırıcının hg yüksekliği sadece akışkan içerisinde hava kabarcıklarının yayılmasını önleyecek şekilde seçilmelidir. Bu tehlike vidalı karıştırıcı ile, akışkan yukarı doğru iletilirse en asgaridir. Bu durumda karıştırıcı yüksekliği h_r , akışkan yüksekliği h' a esit olmalıdır ($h_r=h$).

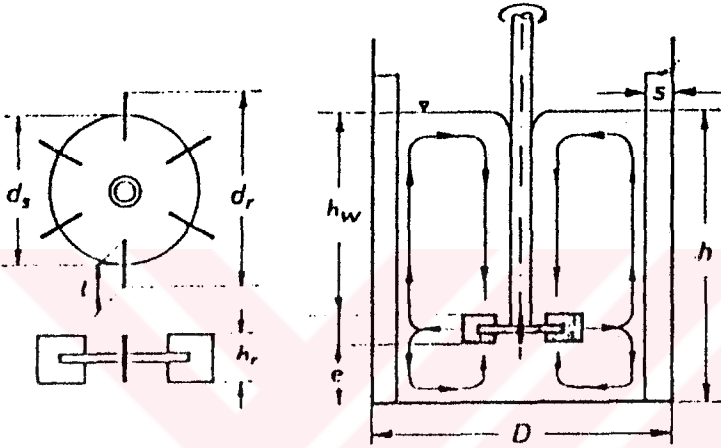
Genel olarak $d_r=D/3$ ve adım yüksekliği $h_g=d_r$ seçilmelidir. Bu ölçüler değişik şartlar altında pratikte uygunluğunu göstermiştir. Tabii bu ölçülere bağımlı kalmamak gerekir, çünkü karıştırıcıda boyutların, karışım olayına olan etkisi kesin olarak tesbit edilememiştir.

Pervaneler, viskoziteleri 1000 kg/ms 'den küçük olan akışkanların karıştırılmalarında kullanılır. Daha yüksek viskoziteli akışkanlarda (~ 100.000 kg/ms) vidalı tip karıştırıcılar kullanılır. Vidalı karıştırıcıları düşük viskoziteli akışkanların karıştırılmasında kullanmak mümkündür. Bunun için adım yüksekliği h_g 'yi küçültmek ve karıştırıcının sürtünme yüzeyini büyütmek gerekir.

4.2 Radyal karıştırıcılar:

Radyal karıştırıcıya örnek olarak şekil 24'te en çok kullanılan tiplerden türbin tipi karıştırıcı gösterilmiştir. Bu karıştırıcı d_s çaplı dairesel bir diskten oluşmaktadır. Bu diskin üzerine l uzunluğunda ve h_r yüksekliğinde plakalar yerleştirilmiştir. Karıştırıcının, disk levhasının uçlarından ölçülen çapı d_r 'dir. Boyutlandırma ve yerleştirme için pervaneli karıştırıcılardaki değerler kullanılabilir ($d_r/D=1/3$, $e/d_r=1$, $h/D=1$ ve $s/D=1/10$). Dikdörtgen plakalar takriben

belirtilen ölçülerde ($l/dr=1/5$ ve $h_r/dr=1/8-1/4$ arasında) bulunmaktadır. Genel olarak girdap oluşumunu önlemek için 4 adet akım kırıcı kullanılması önerilmiştir. Bu akım kırıcının genişliği $S=D/10$ kadardır. Türbinli karıştırıcılar viskozitesi yaklaşık 10.000 kg/ms olan akışkanlarda kullanılmaktadır.



Sekil 24 -Türbin tipi Radyal karıştırıcı

Sekil 24'te gösterilen türbinli karıştırıcıya benzer birçok formlar oluşturulabilir. Genellikle dairesel disk kullanılmamaktadır ve uygun uzunlukta dikdörtgen plakalar türbin yaprakları olarak direkt mile monte edilir. Türbin yapraklarına genellikle akım yönüne ters yönde eğim verilmektedir. Türbin yapraklarının yatay eksenine etrafında kıvrılmasıyla radyal karıştırıcıdan aksel karıştırıcıya sürekli geçiş sağlanır.

Bilinen türbin karıştırıcılar ile elde edilen zorunlu akım alanları sematik olarak şekil 24'te gösterilmektedir. Akışkan karıştırıcıyı radyal yönde terk etmektedir.

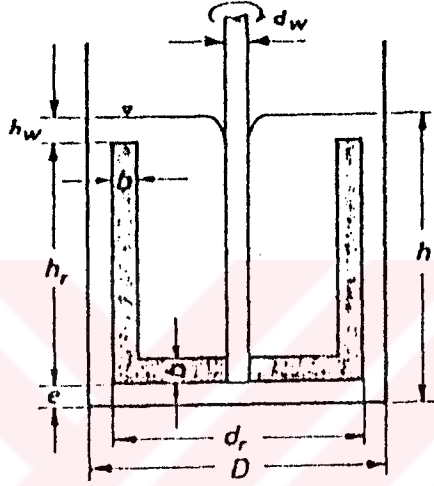
Tank cidarına çarpması sonucu, akışkan iki kısmı akıma bölünmektedir. Böylece radyal karıştırıcıları karakterize eden sirkülasyon oluşturulmaktadır.

Bu hareket rotasyon hareketinide içerdiği için radyal karıştırıcılar çok karışık bir üç boyutlu akım elde etmektedirler. Bu konuda mevcut olan bilgiler ile bu karışımın etkisi ve karıştırıcı düzeni hakkında kesin bir şey söylemek mümkün değildir.

4.3 Tegetsel karıştırıcılar:

Bütün karıştırıcılar arasında en basit biçime şekil 25'de gösterilen çapa tipi karıştırıcı sahiptir. Bu karıştırıcılar karıştırıcı miline paralel olarak sıralanmış iki cubuk levhanın yatay bir levha ile mile bağlanmasından oluşmuşlardır. Karıştırıcı çapı $d_r = D/1,1$ ile $D/2$ arasında seçilebilir. Fakat genellikle çapları tank çapından fazla küçük olmayan çapa tipi karıştırıcılar kullanılır. Cubuk levhaların genişliği b çapın yaklaşık onda biri kadardır ($b = D/10$). Taban yüksekliği e genellikle küçük tutulmaktadır ve $e = D/10$ kadardır. Karıştırıcının h_r yüksekliği yaklaşık karıştırıcının d_r çapı kadardır bu şekilde karıştırıcı, bütün işletme şartlarında $h = D$ olmakta ve akışkan içerisinde bulunmaktadır. Karıştırıcı akışkan yüzeyinin dışına çıktığı zaman akışkan içerisine hava kabarcığı oluşma tehlikesi vardır. Bu şartlar altında karıştırıcının, karıştırma etkisi dalmış durumdaki hale göre oldukça büyüktür. Çapa tipi karıştırıcılar dinamik viskozitesi 1000 kg/ms 'ye kadar olan akışkanların karıştırılmalarında kullanılır.

Capa karıştırıcısı özellikle tank cidarı yakınında büyük akışkan hızları istendiğinde kullanılır. Böyle bir durum tank cidarı ve akışkan arasında ısı alış verisi istendiği zaman söz konusudur. Bu şartlar altında akım kırıcılara ihtiyaç olmadığından capalı karıştırıcılarda rotasyon esnasında genelde zayıf bir girdap oluşur.



Sekil 25 -Tegetsel Karıştırıcılardan
Capa Tipi Karıştırıcı

Yapılan birçok inceleme göstermiştir ki bu karıştırıcı capına sahip silindir içerisindeki akışkan, katı bir cisim gibi davranmaktadır. Yani silindir içerisinde akışkan karıştırıcının dairesel hızına yakın bir hızda hareket etmektedir. Bu nedenle akışkanın karışımı zayıftır. Burada yatay çubuk levha üzerine dört veya altı adet dikey çubuk levha sıralanırsa, ilave yatay çubuklar capa tipi karıştırıcının kafes tipi bir karıştırıcı olmasını sağlamasına rağmen karıştırıcının karışım etkisinde herhangi bir değişiklik meydana getirmez.

Capa tipi karıştırıcıda iki paralel çubuk levha arası ta-

mamen doldurulursa teğetsel karıştırıcının farklı formu olan yaprak tipi karıştırıcı olur.

Capa tipi karıştırıcı tüm karıştırıcılar arasında en basit akım alanı oluşturmaktadır. Bu akım alanı genellikle çevresel hızla belirlenmektedir. Uc boyutlu akımlar ise sadece asgari düzeyde oluşmaktadır.

4.4 Karıştırıcı Güç Hesaplamaları

4.4.1 Benzerlik Kanunu:

Sekil 26 da karışım olayını etkileyen büyüklükler gösterilmiştir. $W=2\pi.n$ açısal hızı ile çalışan karıştırıcıda:

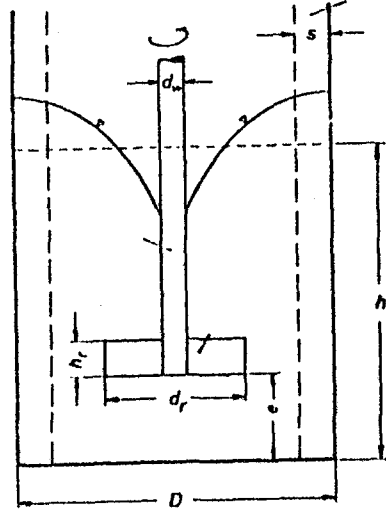
1. Karıştırıcı gücü $N \dots \text{kgm}^2/\text{s}^3$
2. Devir sayısı $n \dots \text{d/s}$
3. Karıştırıcı kanat çapı $d_r \dots \text{m}$
4. Karıştırıcı kanat yüksekliği $h_r \dots \text{m}$
5. Karıştırıcı mil çapı $d_w \dots \text{m}$
6. Kanadın tanka yerleşim mesafesi $e \dots \text{m}$
7. Karışacak madde yüksekliği $h \dots \text{m}$
8. Tank çapı $D \dots \text{m}$
9. Akım kırıcı genişliği $s \dots \text{m}$
10. A akışkanının viskozitesi $\eta_A \dots \text{kg/ms}$
11. B akışkanının viskozitesi $\eta_B \dots \text{kg/ms}$
12. A akışkanının yoğunluğu $\rho_A \dots \text{kg/m}^3$
13. B akışkanının yoğunluğu $\rho_B \dots \text{kg/m}^3$
14. Yercekim ivmesi $g \dots \text{m/s}^2$

değerleri mevcuttur. Karıştırıcı gücü ise aşağıdaki ifadelerin bir fonksiyonudur.

1. $N^* \equiv N/n^3 d_r^5 \rho_A$ Güç sayısı
2. $Re \equiv n d_r^2 \rho_A / \eta_A$ Reynolds sayısı
3. $Fr \equiv n^2 d_r / g$ Froude sayısı
4. η_A / η_B Viskozite ilişkisi
5. ρ_A / ρ_B Yoğunluk oranları
6. d_r / D
7. h_r / D
8. d_w / D Geometrik
9. e / D oranlar
10. h / D
11. s / D

ve güç sayısı N^* :

$$N^* = f(Re; Fr; \eta_A / \eta_B; \rho_A / \rho_B; d_r / D; h_r / D; d_w / D; e / D; H / D; s / D)$$



Sekil 26 -Levha tipi için Karıştırıcı
Büyüklikleri

4.4.2 Eksenel karıştırıcıların Güç ihtiyacı:

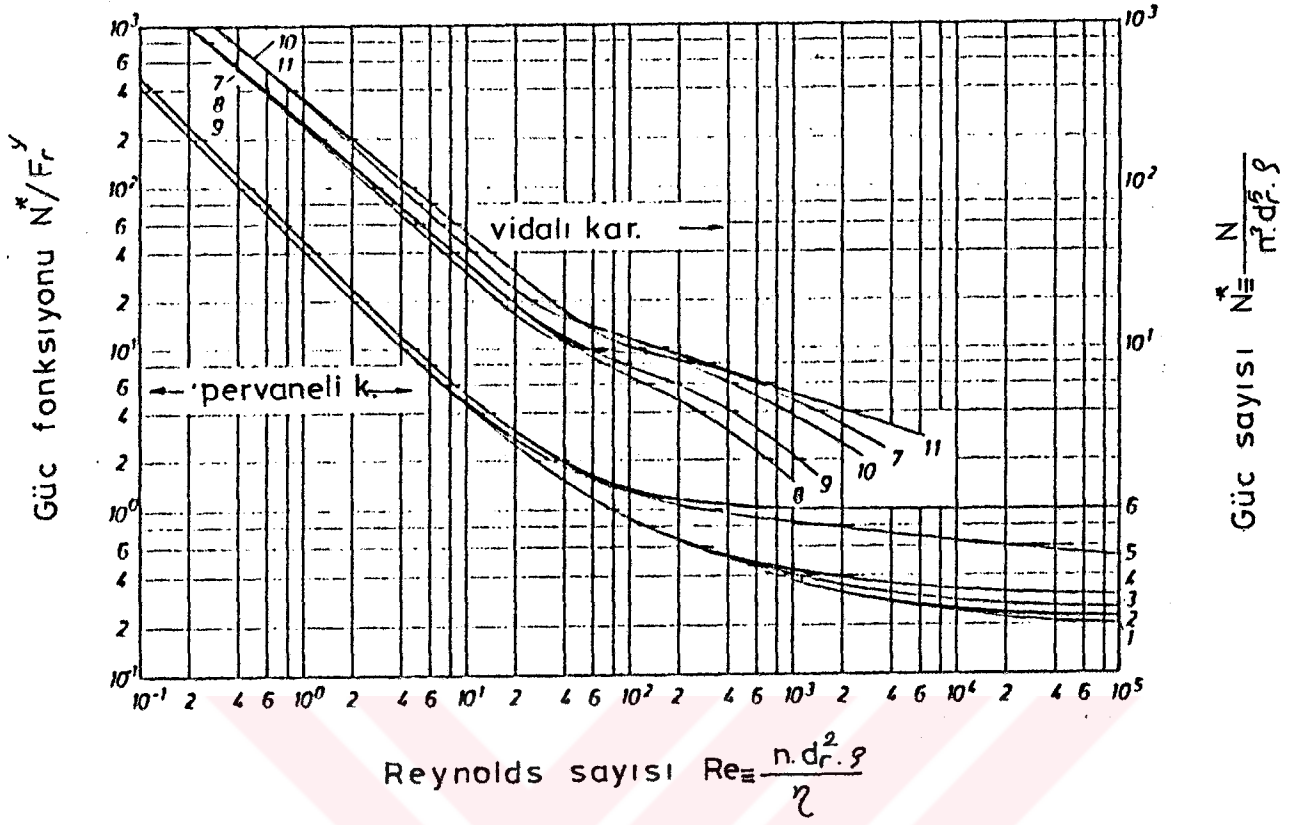
Yukarıda gösterilen karıştırıcı büyüklükleri baz alınarak oluşturulmuş güç sayısı ve Reynolds sayısına bağımlı eğriler Çizelge 2'de gösterilmiştir. Karışımı yapılacak maddelerin Re sayılarına ve seçilen karıştırıcı boyutlarına göre karıştırıcının güç sarfiyatı belirlenir. Çizelgede güç fonksiyonu N^*/Fr bağıntısındaki y değeri aşağıdaki şekilde ifade edilir.

$$y = c_1 - \log Re / c_2 \quad \text{burada;}$$

c_1 ve c_2 sayıları karıştırıcı çark çapı ve tank çapına bağlı olarak değişim göstermektedir.

Tablo 1 - C_1 ve C_2 sayı değerleri

d_r/D	C_1	C_2
0.476	2.6	18.0
0.370	2.3	18.0
0.333	2.1	18.0
0.303	1.7	18.0
0.222	0	18.0



Cizelge 2 -Eksenel karıştırıcı güç ihtiyac eğrisi

Bu eğrilerin oluşturulmasında kullanılan karıştırıcı büyüklükleri aşağıda tablo şeklinde verilmiştir.

Tablo 2 -Pervaneli karıştırıcıların güç eğrileri için veriler

Eğri	Pervane capı dr (mm)	Tank capı D(mm)	oran dr/D	Adım yüksekligi hg(mm)	oran hg/dr	Akım kırıcı
1	508	1372	0.372	433	1.05	0
2	152	457	0.333	152	1.00	0
3	102	330	0.309	102	1.00	0
4	305	1372	0.222	300	0.98	0
5	102	330	0.309	204	2.00	0
6	102	330	0.309	204	2.00	4*

*s=D/10 Brauer (1971) den alınmıştır.

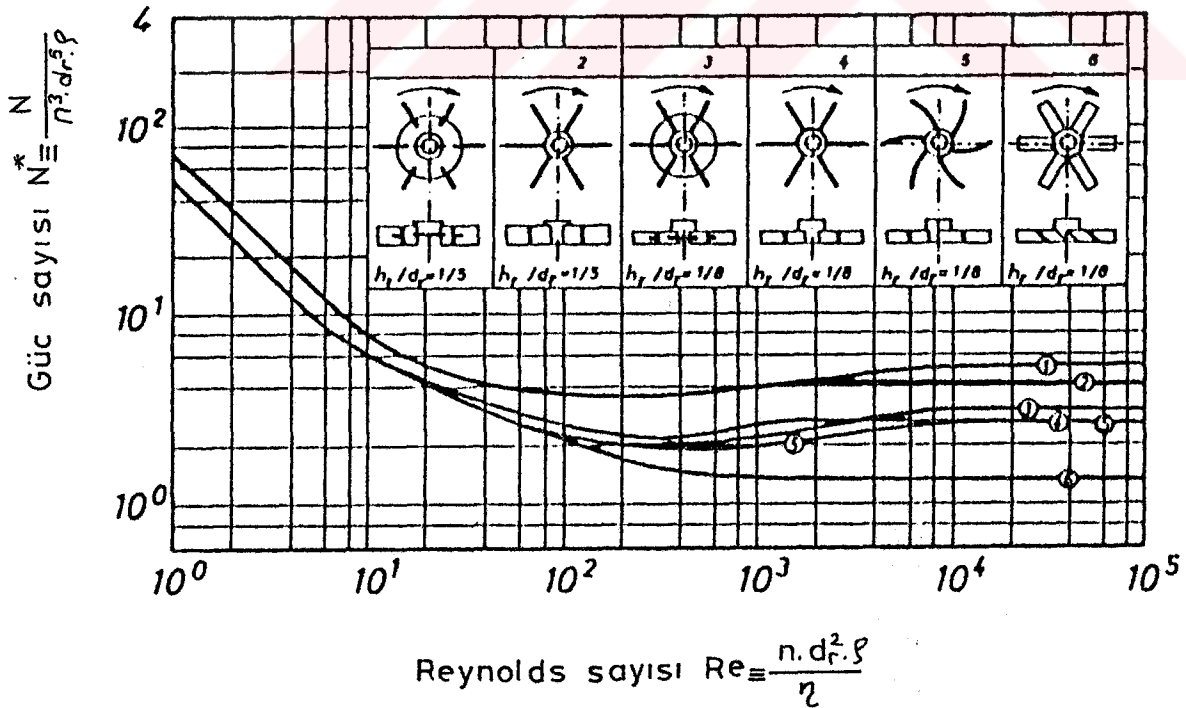
Tablo 3 -Vidalı karıştırıcıların güç eğrileri için veriler

Eğri	Kanat çapı d_r (mm)	Tank çapı D (mm)	Vida boyu h_r (mm)	Adım yüksek. h_g (mm)	Akım kırıcı	Akım kırıcı genişliği s (mm)	Duvar mesafesi s (mm)
7	76.2	241	330	47.5	0	-	-
8	76.2	241	330	47.5	4	24.1	0
9	76.2	241	330	47.5	4	24.1	24.1
10	76.2	241	330	47.5	4	24.1	48.2
11	76.2	241	330	47.5	0	-	-

Brauer (1971) den alınmıştır.

4.4.3 Radyal Karıştırıcıların Güç ihtiyacı:

Değişik tiplerdeki türbinli karıştırıcıların güç gereksinimi çizelge 3'den tesbit edilebilir. Karışımı yapılacak akışkanların viskozite ve yoğunluklarına bağlı olarak hesaplanan Reynolds sayısı ile karıştırıcı kanat tipine göre seçilen eğri vasıtası ile gerekli güç sayısı okunur ve güç tüketimi watt cinsinden belirlenebilir.



Çizelge 3 -Radyal Karıştırıcı güç ihtiyaç eğrisi

4.4.4 Tegetsel Karıştırıcıların Güc İhtiyacı:

Tegetsel karıştırıcılardan capa tipi karıştırıcıların gücü aşağıdaki formül ile hesaplanabilir.

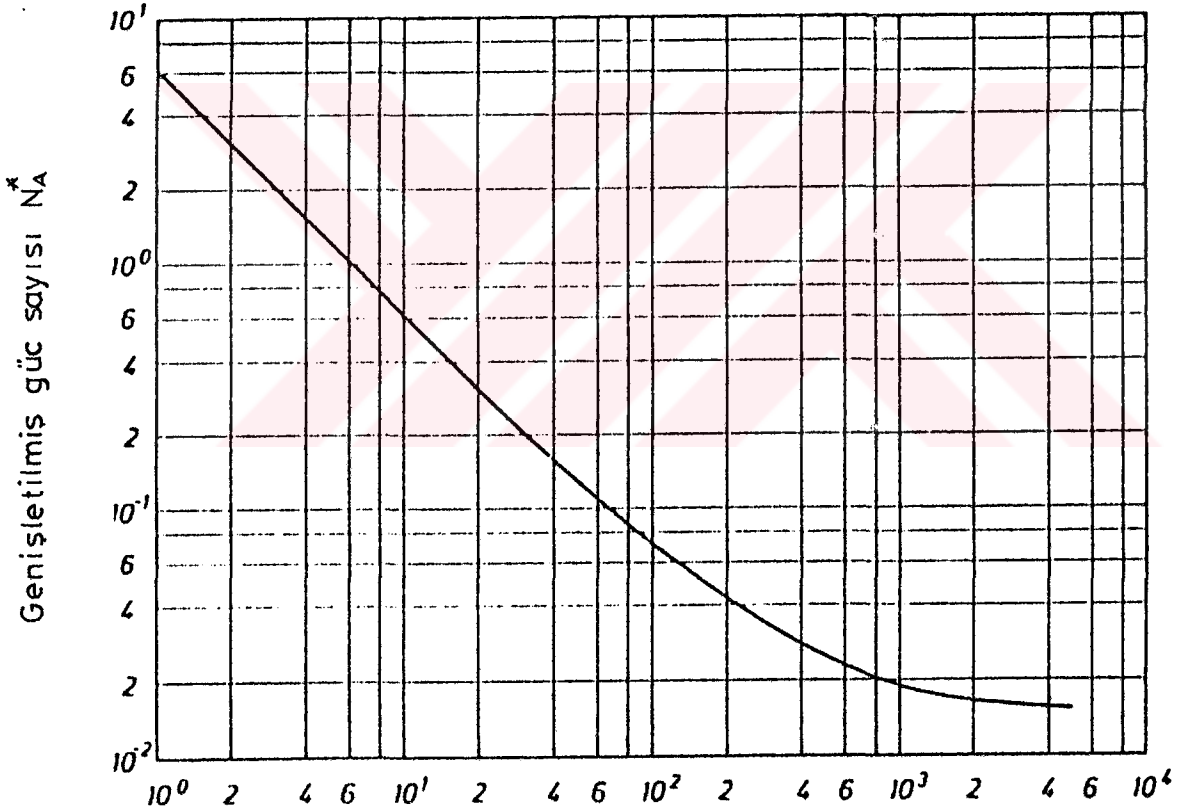
$$N_A^* = N/n^3 \cdot dr^5 \cdot \rho \cdot [0.5 + 4 \cdot (hr - b/2) / dr - b] \cdot f(D/dr)$$

$f(D/dr)$ değeri;

$$D/dr \leq 1.3 \text{ ise } f(D/dr) = [0.156 / (d/dr) - 1]^{1/2}$$

$$D/dr \geq 1.3 \text{ ise } f(D/dr) = 0.72$$

şeklinde seçilmelidir.

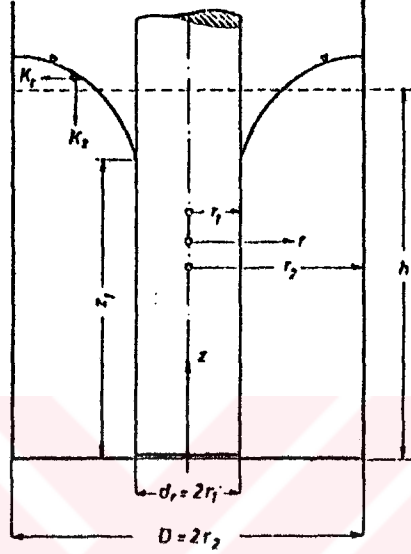


$$\text{Reynolds sayısı } Re = \frac{n \cdot dr^2 \cdot \rho}{\eta}$$

Cizelge 4 -Capa Karıştırıcı için güc ihtiyacı

4.4.5 Silindir Karıştırıcı modeline göre Laminar ve
Türbulanslı akımda güç sayısı:

Sekil 27 de Silindir karıştırıcıya ait büyüklükler gösterilmiştir.



Sekil 27 -Silindir Karıştırıcı Modeli

Re sayısının değerine göre akış Türbulanslı veya Laminer hal almaktadır. Re sayısı 1000'den küçük ise akış laminar, $1000 < Re < 100.000$ ise akış türbulanslıdır. d_r silindir çapı, D tank çapı olmak üzere Laminar akımda;

$$N^* = 4 \cdot \pi^3 \cdot \frac{h/d_r}{Re} \cdot \frac{D^{*2}}{D^{*2}-1} \left[1 - \frac{\pi^2}{2} \frac{Fr}{h/d_r} \cdot (h^* - z_1^*) \right]$$

formülü ile güç sayısı tesbit edilir.

Burada $Fr = n d_r / g$ eşitliği $Fr = Rr / Ga$ şeklinde yazılır, Yukarıdaki formülde yerine konursa;

$$N^* = 4 \cdot \pi^3 \cdot \frac{h/d_r}{Re} \cdot \frac{D^{*2}}{D^{*2}-1} \left[1 - \frac{\pi^2}{2} \frac{Re}{Gah/d_r} \cdot (h^* - z_1^*) \right]$$

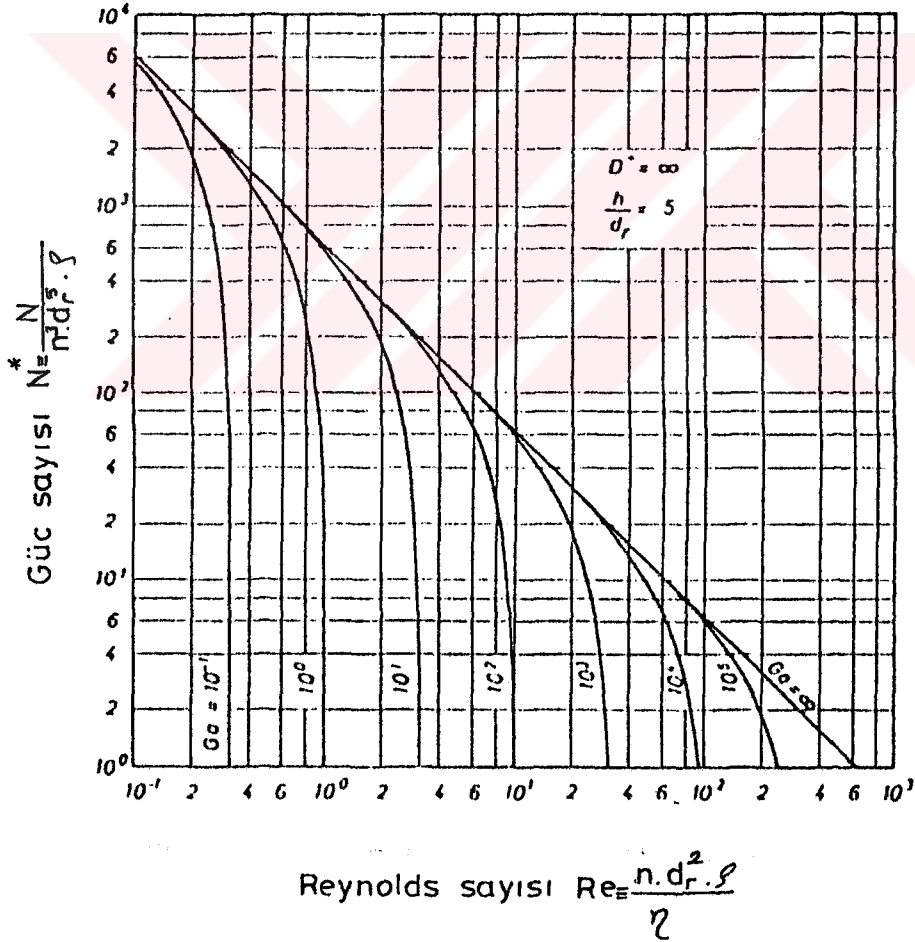
eşitliği elde edilir. Bilindiği gibi $Ga \cong g \cdot d_r^3 \cdot \rho^2 / \eta^2$ şeklinde

hesaplanır. Yukarıdaki formülde $h^* - z_1^*$, dalma derinliği ise gir-
dap oluşumuna meyil vermeyecek şekilde aşağıdaki bağıntıdan
hesaplanabilir.

$$h^* - z_1^* \cong h - z_1 / [w \cdot r_1^2 / (2g)] = 1 + \frac{3}{2} \cdot \frac{3D^{*2} - 1}{(D^{*2} - 1)^2} \cdot \frac{6D^{*4} \ln D^*}{(D^{*2} - 1)}$$

Türbülanslı akışta ise güç sayısı aşağıdaki formül ile
bulunur.

$$N = 2,85 \cdot \frac{h/d_r}{Re^{1/3}} \cdot \frac{D^{*2}}{(D^{*2} - 1)^{1/3}}$$



Cizelge 5 -Re ve Ga sayılarına göre güç sayısı
Brauer (1971) den alınmıştır.

5 Hesaplamalar:

5.1 Karıştırıcı Gücünün Devir Sayısı ile Değişimi:

Bu uygulamada, devir sayısına bağlı olarak uygun karıştırıcı gücünün tesbit edilmesi amaçlanmıştır. Bunun içinde silindirik karıştırıcı modeli baz alınmıştır.

Seçilenler:

-Karıştırıcı 2 kanatlı pervane tipi.

-Pervane çapı $d_r=340$ mm

-Tank çapı $D =1020$ mm ($D=3d_r$)

-Akışkan : Lederoliner SLK

Viskozite $\eta =0.5$ kg/ms

Yoğunluk $\rho =980$ kg/ m³

-Akışkan yüksekliği $h=D=1020$ mm

-Devir sayısı aralığı $n=6$ ile 102 dev/dk

* Devir sayısına bağlı olarak güc sayısının bulunması

Kullanılan formüller :

Laminer akışta güc sayısı:

$$N=4\pi^3 \frac{h/d_r}{Re} \cdot \frac{D^{*2}}{D^{*2}-1} \left[1 - \frac{\pi^2}{2} \frac{Re}{Ga \cdot h/d_r} (h-z_1^*) \right] \quad \dots 1$$

Türbülanslı akışta güc sayısı:

$$N=2,85 \frac{h/d_r}{Re^{1/3}} \cdot \frac{D^{*2}}{(D^{*2}-1)^{1/3}} \quad \dots 2$$

Vorteks yüksekliği:

$$h^*-z_1^*=1+\frac{3}{2} \frac{3D^{*2}-1}{(D^{*2}-1)^2} - \frac{6D^{*4} \ln D^*}{(D^{*2}-1)} \quad \dots 3$$

Galilei sayısı:

$$Ga \equiv \frac{g \cdot d_r^3 \cdot \rho^2}{\eta^2} \dots\dots 4$$

Reynolds sayısı:

$$Re \equiv \frac{n \cdot d_r^2 \cdot \rho}{\eta} \dots\dots 5$$

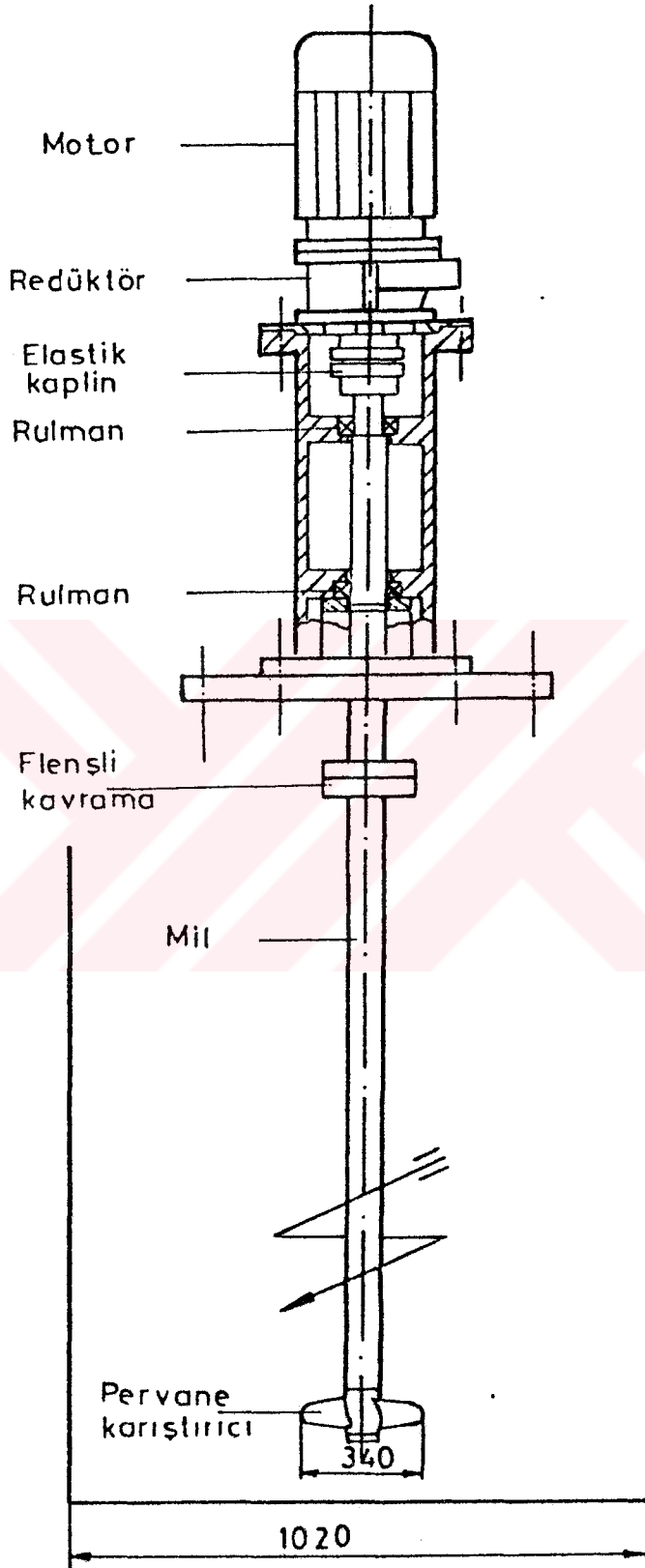
Güç formülü:

$$N \equiv N^* \cdot n^3 \cdot d_r^5 \cdot \rho \dots\dots 6$$

Çap sayısı :

$$D \equiv r_2 / r_1 \dots\dots 7$$

5.1_Karıştırıcı gücünün devir sayısı ile değişimi



Sekil-28 Karıştırıcı Sistem

A.Devir sayısına bağılı olarak güc sayısının tesbiti:

1- $n=6$ dev/dak = 0.1 dev/s

$$Re = 0,1 \cdot 0,340^2 \cdot 980 / 0,5$$

Re = 22.65 Laminar

$$Ga = 9,81 \cdot 0,340^3 \cdot 980 / 0,5$$

Ga = 1481214

$$h-Z_1^* = 1,3 \frac{3 \cdot 3^2 - 1}{2(3^2 - 1)^2} \frac{6 \cdot 3^4 \ln 3}{(3^2 - 1)^3}$$

$$h-Z_1^* = 0.567$$

$$N^* = 4\pi^3 \frac{3}{22.65} \frac{9}{8} \left[1 - \frac{\pi^2}{2} \frac{22.65}{1481214} \cdot 0.567 \right]$$

$N^* = 18.47$

	n (dev/s)	Re	N^*
2-	0.2	45.3	9.23
3-	0.3	67.97	6.14
4-	0.4	90.63	4.6
5-	0.5	113.28	3.6
6-	0.6	135.94	3.04
7-	0.7	158.6	2.6
8-	0.8	181.25	2.26
9-	0.9	203.9	1.99
10-	1	226.57	1.78
11-	1.1	249.22	1.61
12-	1.2	271.88	1.46
13-	1.3	294.54	1.34
14-	1.4	317.2	1.23
15-	1.5	339.85	1.14
16-	1.6	362.51	1.05
17-	1.7	385.169	0.98

B.Gerekli güc:

1- $n=0.1$ dev/s için

$$N = N \cdot n \cdot d_r \cdot \rho$$

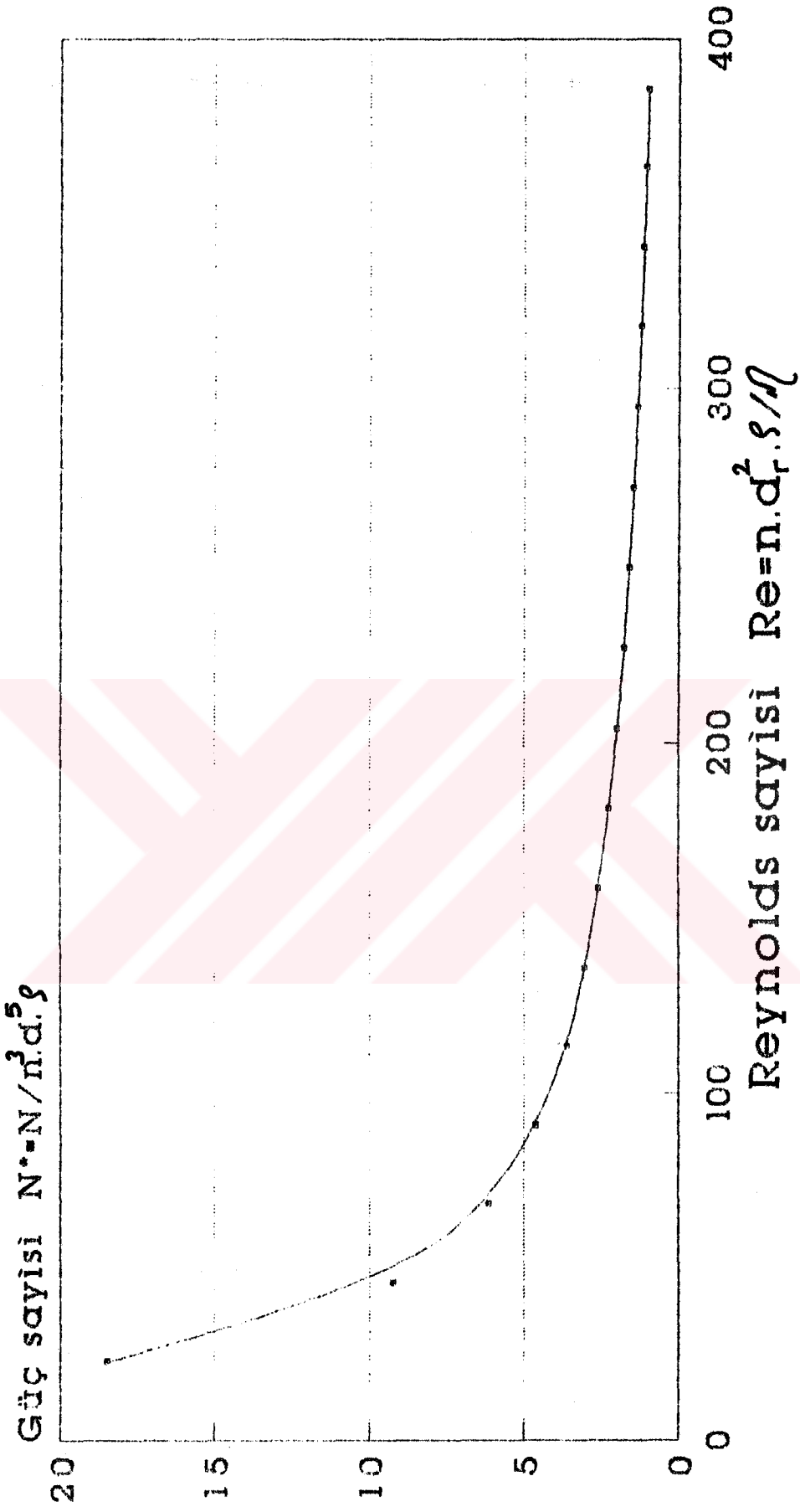
$$N = 18,47 \cdot 0.1^3 \cdot 0,34^5$$

$$N = 0.082 \text{ watt}$$

	<u>n (dev/s)</u>	<u>N (watt)</u>
2-	0.2	0.32
3-	0.3	0.73
4-	0.4	1.31
5-	0.5	2
6-	0.6	2.92
7-	0.7	3.96
8-	0.8	5.15
9-	0.9	6.45
10-	1	7.92
11-	1.1	9.53
12-	1.2	11.22
13-	1.3	13.1
14-	1.4	15.02
15-	1.5	17.12
16-	1.6	19.13
17-	1.7	21.42

Oluşan tablo değerlerine göre Re-N sayıları arasındaki ilişki Grafik 1' de ve devir sayısına bağlı olarak uygun karışım gücü ile süresi ise Grafik 2 de gösterilmiştir.

PERVANELİ KARISTIRICILARDA Re-N* SAYILARI ARASINDAKİ İLİSKİ



* Devir sayısı ile karışım süresi arasındaki ilişki:

Karışımı yapılan ürün yaklaşık 2 saat süre sonunda homojen yapıya kavuşuyor.Devir sayısı n ise 15 dev/dak olarak tesbit edildi.

$$T = 2 \text{ saat} = 120 \text{ dak.}$$

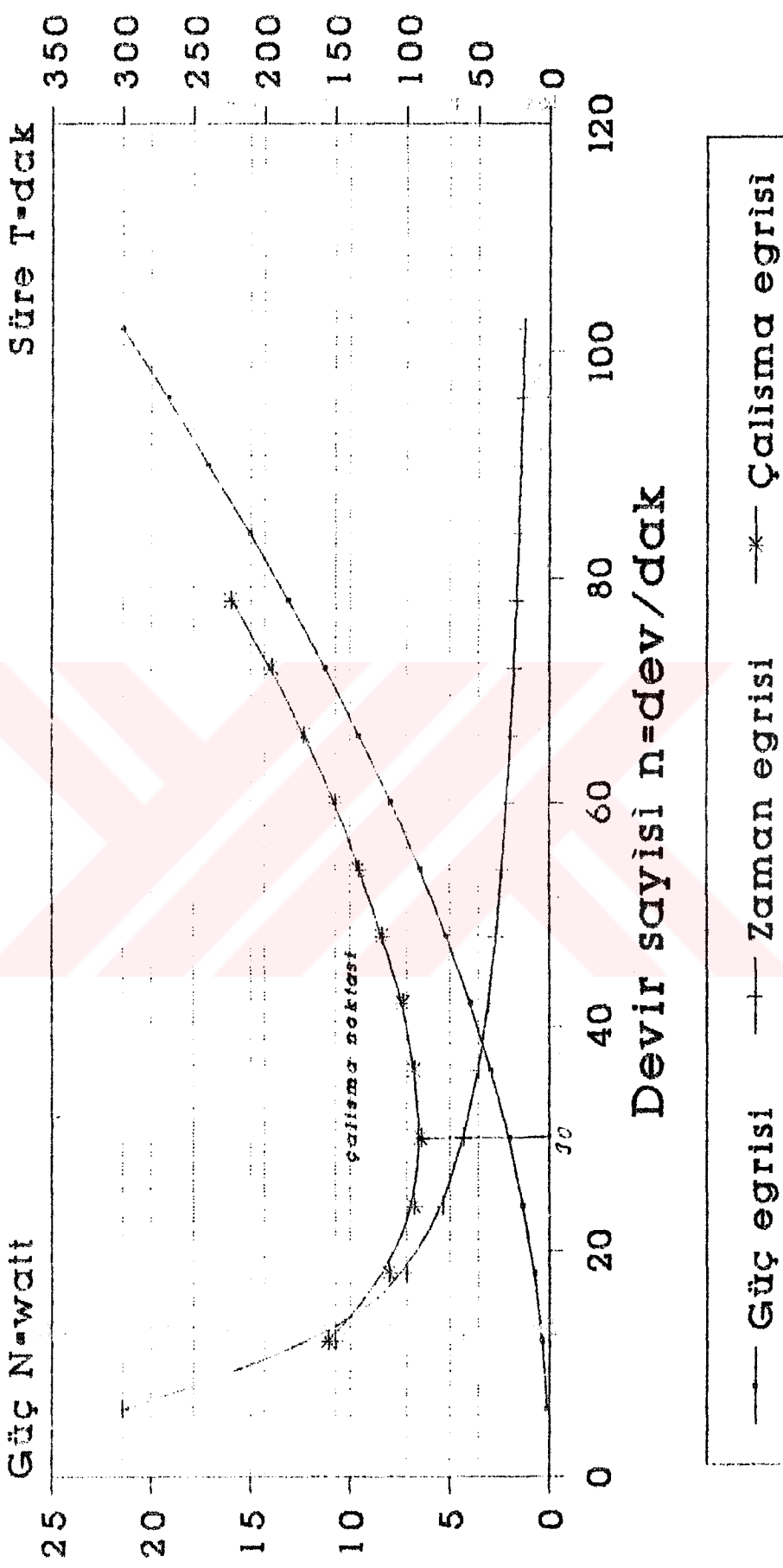
$$n = 15 \text{ dev/dak.}$$

$$n' = T.n = 15.120$$

$$n' = 1800 \text{ dev}$$

1-	n=6 dev/dak için	.....	T=n'/n=1800/6=300	dak.
2-	n=12	"	.....	T=150 dak.
3-	n=18	"	.....	T=100 "
4-	n=24	"	.....	T=75 "
5-	n=30	"	.....	T=60 "
6-	n=36	"	.....	T=50 "
7-	n=42	"	.....	T=42.85 "
8-	n=48	"	.....	T=37.5 "
9-	n=54	"	.....	T=33.33 "
10-	n=60	"	.....	T=30 "
11-	n=66	"	.....	T=27.27 "
12-	n=72	"	.....	T=25 "
13-	n=78	"	.....	T=23.07 "
14-	n=84	"	.....	T=21.43 "
15-	n=90	"	.....	T=20 "
16-	n=96	"	.....	T=18.75 "
17-	n=102	"	.....	T=17.64 "

DEVİR SAYISINA BAĞLI OLARAK KARIŞIM GÜCÜ VE SÜRESİ



GRAFİK 2

5.2 Karıştırıcı gücü ve mukavemet hesabı:

Örnek proje:Türk Henkel Kimyevi Maddeler San. ve Tic. A.Ş bünyesinde halen kullanılmakta olan aksenel (vertical agitator) karıştırıcıya ait hesaplamalar.

Karıştırılan madde:Lederoliner SLK (Hayvansal ve bitkisel yağ bazlı deri yağlama maddesi).

Karıştırılan maddenin yoğunluğu :0,98 gr/cm³

" " viskozitesi:500 cp=0,5 kg/ms

" " hacmi :16 m³

Karıştırıcı hızı :max 70 dev/dak.=1,166 d/sn

" kanat çapı :1,7 m (2 adet)

* Karıştırıcı güç sarfiyatı:

$$Re = n \cdot d_r^2 \cdot \rho / \eta = 1,166 \cdot 1,7^2 \cdot 980 / 0,5$$

$$Re = 6605$$

-N =0,5 seçildi (Hoesc katalog. Re ve karıştırıcı kanat sayısına göre

GUC:

$$N = N \cdot n \cdot d_r^5 \cdot \rho$$

$$N = 0,5 \cdot 1,166^3 \cdot 1,7^5 \cdot 980$$

$$N = 11029 \text{ watt} = 11,029 \text{ Kwatt}$$

Motor verimi =0,73 seçilirse:

Motor gücü:

$$\underline{Nm = 11,029 / 0,73 = 15 \text{ Kw olur.}}$$

Motor Typ RF 133
P_n=15 Kw P_a=12.5 Kw
380 V Δ, 50Hz

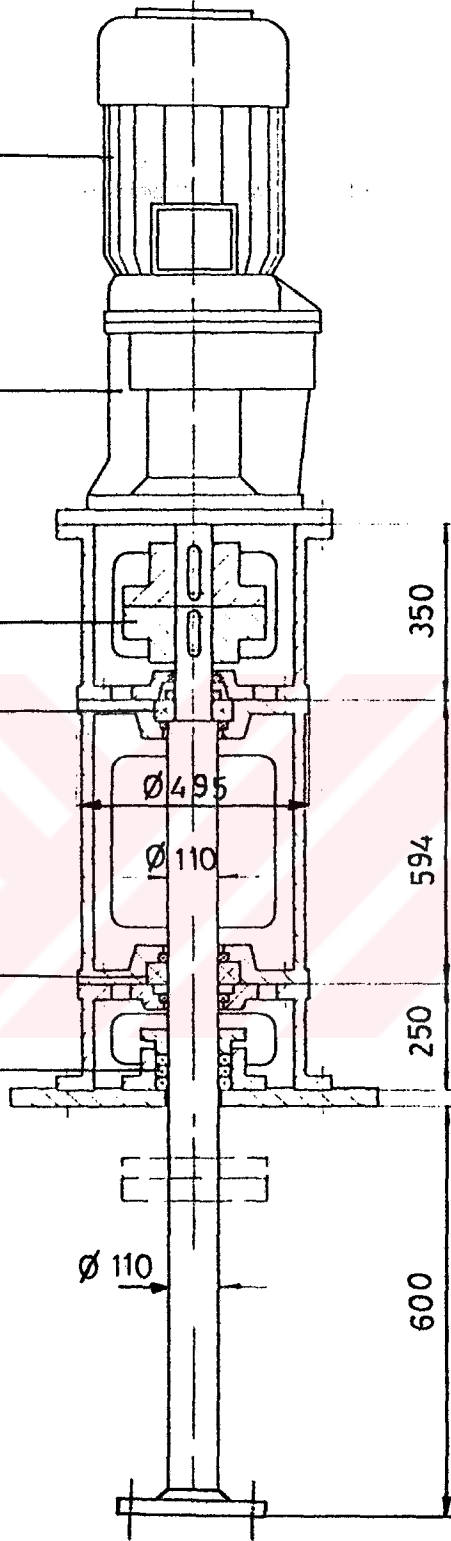
Redüktör
6,9~70 dev/dak

Elastik Kaplin
N Eupex A315

Rulman
6319 C3 (FAG)

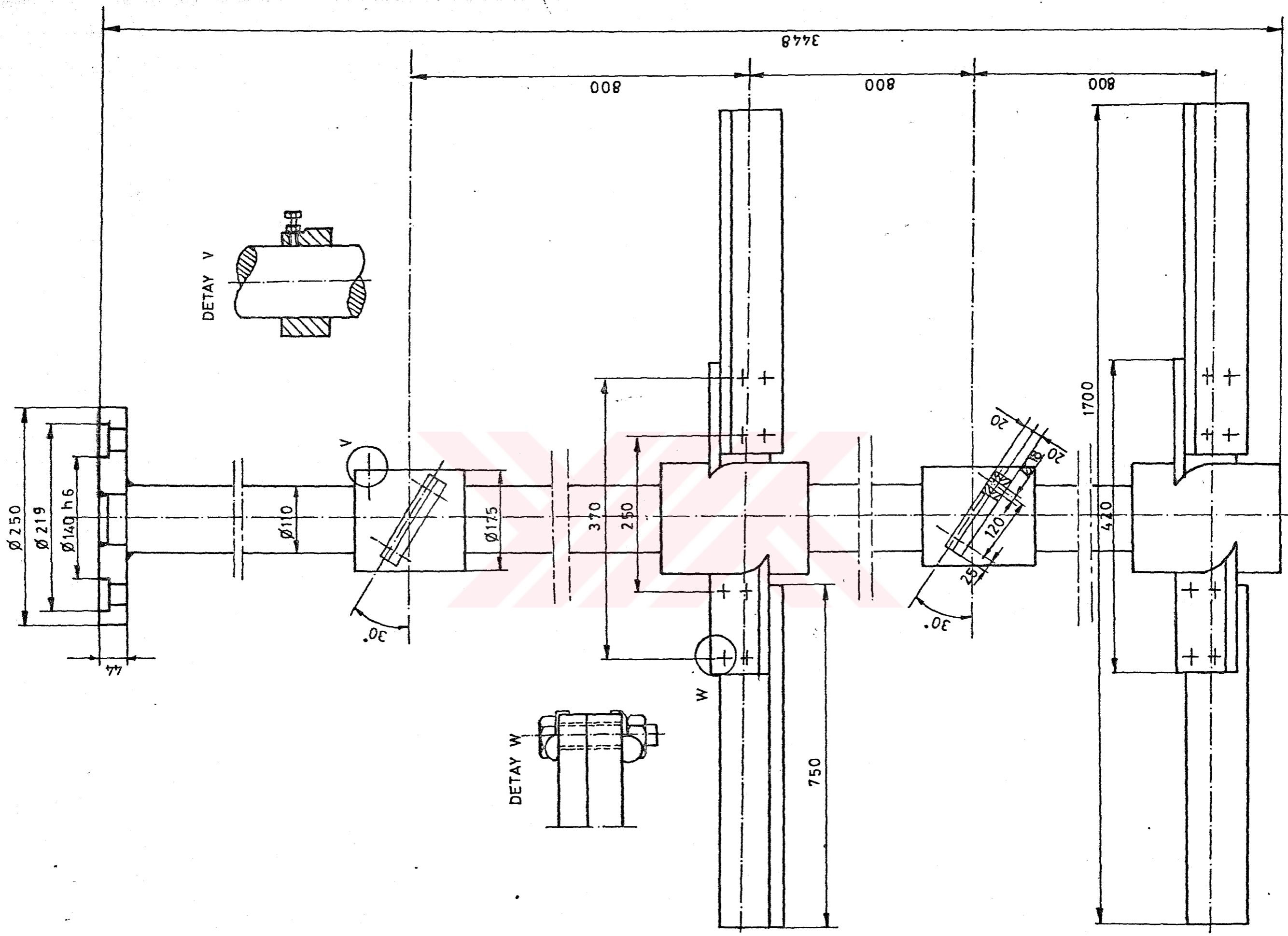
Rulman
Nu 222 (FAG)

Segman
120/152^Øx16



Sekil 29 -Örnek Karıştırıcı Projesi Tahrik Mekanizması

5.2. Karıştırıcı Gücü ve Mukavemet Hesapları



Şekil-30 KARIŞTIRICI KANAT ŞEKLİ

Mukavemet hesapları:

* Kanat için

Kanat malzemesi St 42 ($\sigma_{em}=800 \text{ daN/cm}^2$)

Kanat döndürme momenti Md

$$Md = N_{kan}/w \quad \text{burada;}$$

N (watt) emniyet açısından motor gücü olarak, w (1/s) acısal hız olarak alınmıştır.

$$w = 2\pi n/60$$

$$w = 2 \cdot 3,14 \cdot 70/60$$

$$w = 7,33 \text{ 1/s}$$

$$Md = 15000/7,33$$

$$Md = 2046 \text{ Nm}$$

Md = F.L esitliğinden kanadın uc noktasındaki kuvvet

L=0.85 m için

$$F = 2046/0,85$$

$$F = 2407 \text{ N bulunur.}$$

Kanat kesit alanı ise $A=15,1 = 15 \text{ cm}$ olduğundan;

$$\sigma = F/A = 2407/15$$

$$\sigma = 160 \text{ daN/cm}^2 < \sigma_{em} = 800 \text{ daN/cm}^2 \text{ sonucuna varılır.}$$

Kanat emniyetle kullanılabilir.

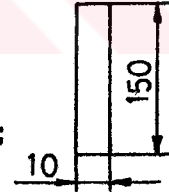
* Mil için

Mil malzemesi St 50 ($\sigma_{em}=15 \text{ daN/cm}^2$)

St 50 çeliği için mil çapı:

$$d = 134,4 \sqrt[3]{k.p/n}$$

iletelen güç $p = 15000/736 = 20,38 \text{ BG}$



Devir sayısı $n=70$ dev/dk

emniyet katsayısı $k=1.5$

$$d=134.4 \sqrt[3]{1.5 \cdot 20,38/70}$$

$d=101.9 = 110$ mm standart cap secildi.

* Elastik kaplin için

Flens malzemesi GG-25 ($P_{em}=5,5$ daN/mm²), 4 adet civata civata malzemesi St 42 ($\sigma_{em}=800$ daN/cm²), civataların sürtünme katsayısı ise $\mu=0.25$, elastik elemanın emniyetli yüzey ezilmesi $P_{em}=10$ daN/cm² ve sistemin emniyet katsayısı 1,5 olarak belirlendi.

a- Flens göbek kalınlığı

$$\delta = 0.35 d + 10 \text{ mm}$$

$$\delta = 0.35 \cdot 110 + 10$$

$$\delta = 48.5 \text{ mm}$$

b- Flens göbek uzunluğu

$$L = 1.5 d$$

$$L = 1,5 \cdot 110$$

$$L = 165 \text{ mm}$$

c- Flens capı

$$D = 5 \cdot d$$

$$D = 5 \cdot 110$$

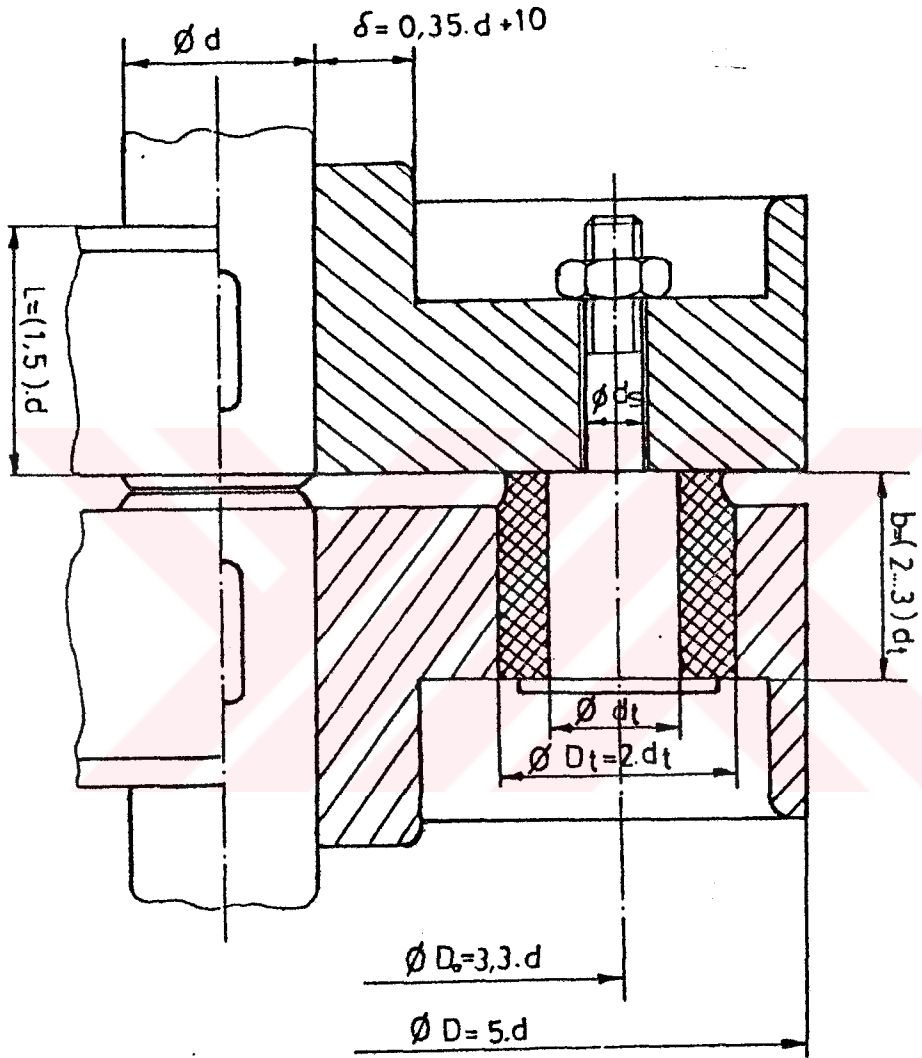
$$D = 550 \text{ mm}$$

d- Elastik mansonların yerleştirildiği cap.

$$D_0 = 3,3 d$$

$$D_0 = 3,3 \cdot 110$$

$$D_0 = 363 \text{ mm}$$



Şekil-31
Elastik Kavramanın Boyutlandırılması

e- Elastik mansonların boyutları

Elastik mansona etkiyen kuvvet

$$F_t = 2 \cdot k \cdot M_b / Z \cdot D_0 \quad \text{burada;}$$

$$M_b = 71620 \text{ P/n}$$

$$M_b = 71620 \cdot 20,38 / 70$$

$$M_b = 20852 \text{ daNm} \quad \text{olduğundan,}$$

$$F_t = 2 \cdot 1,5 \cdot 20852 / 4 \cdot 36,3$$

$$F_t = 430 \text{ daN} \quad \text{olarak hesaplanır.}$$

Elastik mansonun çapı:

$$D_t = 2 \text{ dt}$$

Elastik mansonun genişliği;

$$b = (1 \dots 1,5) \cdot D_t$$

$$b = (2 \dots 3) \cdot dt \quad \text{yaklaşımında,}$$

$$b = 2,5 \cdot dt \quad \text{secilirse}$$

$$P_{e2} = F_t / b \cdot dt < P_{em} \quad \text{yüzey ezilme esitliğinden}$$

$$dt = \sqrt{F_t / 2,5 \cdot P}$$

$$dt = \sqrt{430 / 2,5 \cdot 10^7}$$

$$dt = 4,14 \text{ cm} \quad \text{böylece elastik mansonun iç çapı}$$

$$dt = 42 \text{ mm} \quad \text{secilebilir.}$$

Buna bağlı olarak dış çap;

$$D_t = 2 \cdot 42$$

$$D_t = 84 \text{ mm} \quad \text{olur}$$

Genişlik;

$$b = 2,5 \cdot dt$$

$$b = 2,5 \cdot 42$$

$$b = 105 \text{ mm} \quad \text{alınır.}$$

f- Civataların tesbiti

Civataların eğilme kontrolü

Civatadaki eğilme gerilmesi;

$$\tau_e = \frac{F_t \cdot b/2}{\pi/32 \cdot (ds)^3} \leq \tau_{em}$$

esitliğinden civataların eğilme yerindeki çapı;

$$ds = \sqrt[3]{\frac{32 \cdot F_t \cdot b/2}{\pi \cdot \tau_{em}}}$$
$$ds = \sqrt[3]{\frac{32 \cdot 430 \cdot 10,5/2}{\pi \cdot 800}}$$
$$ds = 3 \text{ cm} \quad (\text{M } 30)$$

Buna göre civatanın bu kesitteki çapı en az $ds=30 \text{ mm}$ alınabilir.

g-Kama hesabı;

$d= 110 \text{ mm}$ mil çapı için yuvalı kama,

$$b \times h = 32 \times 18 \text{ mm} \times \text{mm}$$

(Mustafa Esentepeli Teknik Cep Kitabı)

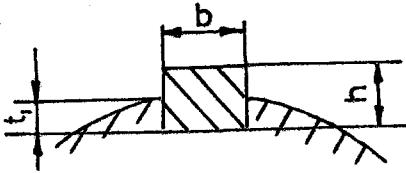
$$t = 11,1 \text{ mm}$$

mildeki tegetsel kuvvet,

$$F_t = 2 \cdot M_k / d$$

$$F_t = 2 \cdot 31278 / 11$$

$$F_t = 5687 \text{ daN}$$



Kama malzemesi St 60 seçildi

$$\tau_{em} = 300 \text{ daN/cm}^2$$

Kamanın kesilmesine göre,

$$1 \gg F_t / b \cdot \tau_{em}$$

$$1 \gg 5687 / 3 \cdot 3 \cdot 300 = 5,92 \text{ cm}$$

$$1 \gg 60 \text{ mm alınabilir}$$

$L=165 \text{ mm} > l=60 \text{ mm}$

Kama uzunluğu 60 mm secilebilir cunku flens göbek uzunluğu 165 mm dir.

Hesaplamalarda Prof Ismail Crgl'Un Makina Elemanları 2 kitabından yararlanılmıstır.



6- Sonuc

Sanayide kullanılan karıştırıcıların cesitliliği söz konusudur.Özellikle katı ve hamur kıvamındaki maddelerin karıştırılmasında kullanılan karıştırıcılar ihtiyaca en iyi şekilde cevap vermesi bakımından çok değişik şekiller alabilmektedir.Bu tür karıştırıcıların tasarlanmasında göz önüne alınacak standartlar oldukça azdır.Karışım sonucu oluşacak ürünün yoğunluğu dikkate alınarak ve homojen olması sağlanarak geliştirilen karıştırıcı ihtiyaca cevap veriyor demektir.Önemli bir hususta güç sarfiyatını asgariye indirerek karışımın gerçekleşmesini sağlamaktır.Bunun içinde karıştırıcı çark, kanat ve bıcaqları uygun formda planlanmalıdır.

Sıvı maddelerin karıştırılmasında ise katılara nazaran daha az problemlerle karşılaşılır.Yapılan deney ve araştırmalar bu tür maddelerin karıştırılmasında kesin kriterler ortaya koymuş ve karıştırıcı ekipmanları (çarkları,kanatları standardize hale getirmiştir.Sıvı madde karıştırıcı seçiminde ise karışım maddelerinin viskozitesi, yoğunluğu dikkate alınmalı ve karışım hacmine de bağlı olarak uygun ekipmanlar (kanat, çark, tank, tahrik mekanizması) seçilmelidir.

KAYNAKLAR

- 1- BRAUER H. Grundlagen der Einphasen und Mehrphasen Strömungen. Verlag Suerländer, Aarau und Frankfurt 1971.
- 2- R K. Sinnott Department of Chemical Engineering University Collage of Swansea 1975.
- 3- C.S. Rao und D Venkateswarlu, The Design of Mixers Chem. Age India 12 (1961)
- 4- Prof J.T. Banchemo Misigan Üniversitesi (Ceviren Ihsan Cataltas ITU Kimya Fak. Kimya Muh. Esasları Kursusu)
- 5- Prof Doğan Özgür , Ders Notları 1989- Yıldız Teknik Üniversitesi Makina Fakültesi.
- 6- Eberhard Hoesch & Söhne GmbH Verfahrens- u. Anlagentechnik D-5160 Düren İmalat Katalogları 1993
- 7- Türk Henkel Kimyevi Maddeler Sanayii ve Ticaret A.Ş Arsivleri.

Özgeçmiş

19 Ağustos 1969 tarihinde Erzurum ili, Senkaya ilçesinde doğdum. İlk öğrenimimi Gebze Barış İlkokulu'nda, orta öğrenimimin ilk basamağını ise Gebze İstasyon Ortaokulu'nda tamamladım. Daha sonra kazandığım Gebze Teknik Lisesi Endüstriyel Elektronik Bölümü'nden 1987 yılında mezun oldum. Aynı yıl Yıldız Üniversitesi Kocaeli Mühendislik Fakültesi Makina Mühendisliği Bölümü'nü kazandım. Ağustos 1991'de iyi derece ile mezun oldum. Aynı yıl Yıldız Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Makine Mühendisliği Ana Bilim dalını kazanarak lisans üstü eğitimime başladım. Halen aynı bölümün Isı Proses Tekniği Bilim Dalı'nda eğitimime devam etmekteyim.