

T.C.
ATATÜRK ÜNİVERSİTESİ
BİLİMSEL ARAŞTIRMA PROJELERİ RAPORU

EK.5

**BU FORM PROJE YÜRÜTÜCÜSÜ TARAFINDAN PROJE BAŞLANGIÇ TARİHİNDEN
İTİBAREN HER ALTI AYDA BİR DOLDURULARAK BÖLÜM BAŞKANLIĞINA
SUNULACAKTIR.**

1.PROJE YÖNETİCİSİNİN

Adı : Sinan *Mehmet Emin	Soyadı : YAPICI *ARZUTUĞ	Unvanı : Prof. Dr. *Yrd.Doç.Dr.
Fakülte : Mühendislik	Bölüm : Kimya Mühendisliği	Telefon : 4553
İmza:		

2.PROJENİN ADI

**KARIŞTIRMALI, DİKEY SİLİNDİRİK CEKETLİ REAKTÖRLERDE CİDARDA
LOKAL KÜTLE (ISI)TRANSFERİ ÖLÇÜMÜ**

3.

Proje No: BAP – 2007/136	Süresi : 24 Ay
Başlama Tarihi: 15.10.2007	Bitiş Tarihi: 15.10.2009
Raporun Kapsadığı Dönem :	
Tahsis Edilen Ödenek : 10.000,00 TL	Harcanan Miktar : 9.770,60 YTL
O GELİŞME RAPORU	O SONUÇ RAPORU

EK: SONUÇ RAPORU**1. Giriş**

Mekanik olarak karıştırılan tanklarda uniform kimyasal ürün bileşimi sağlanması, yüksek reaksiyon verimi elde edilmesi, hızlı yürüyen ekzotermik veya endotermik reaksiyonlar durumunda reaktör muhtevası içinde oluşabilecek sıcaklık gradyenlerinin önlenmesi ve reaksiyonların kontrolü, ancak reaktör cidarı ve reaktör içindeki sıvı arasında gerçekleşecek hızlı ve etkili ısı transferi ile sağlanabilir. Cidar ve sıvı arasında etkili bir ısı transferi sağlanabilmesi ise ancak konvektif aktarımla mümkün olacaktır.

Akışın hidrodinamik yapısı cidar ile sıvı arasındaki ısı transferini etkilemektedir. Karıştırıcı türbin geometrisi ve karıştırıcı hızı ise akışın hidrodinamik özelliklerini değiştirmektedir. Bu nedenle bu iki faktör cidar sıvı ısı transferi açısından büyük önem taşımaktadır.

Bu çalışmada, 6 bıçaklı (Rushton tipi) bir disk türbin ile sürekli karıştırılan dikey silindirik ceketli bir reaktör içinde, izotermal şartlarda reaktör iç cidarındaki ısı transferi dağılımı belirlenmeye çalışılmıştır. Bu amaçla, reaktör duvarları ve taban ile bazik feri-ferro siyanürden oluşan elektrolit arasındaki lokal kütle transfer katsayıları (LKTk), elektrokimyasal sınırlayıcı difüzyon akım tekniği (ESDAT) kullanılarak ölçülmüştür. Bu suretle reaktör duvarında ve tabanında ölçülen LKTk'ları dağılımı, karıştırıcı kanatçık açısı (θ), karıştırıcı-reaktör tabanı açıklığı (H/d) ve Re sayısının fonksiyonu olarak belirlenmeye çalışılmıştır.

2. Proje Ekibi

Proje Yöneticileri :Prof. Dr. Sinan YAPICI
Yrd.Doç.Dr. M. Emin ARZUTUĞ

3. Projedeki Bilimsel Gelişmeler ve /veya Sonuçlar

Bu proje başlangıç tarihinden itibaren geçen 12 ay içerisinde gerekli cihaz ve kimyasal maddelerin temin edilmiş, deneylerde kullanılacak ceketli reaktör, 4 adet Rushton türbinleri yapılmış ve data kartı ile ölçüm alınabilecek duruma getirilmiştir. Her deney serisinden önce spektrofotometre ile konsantrasyon tayinleri yapılmış. Ayrıca bir potansiyometre yardımı ile cyclic voltametri fonksiyonu kullanılarak reaktör içindeki lokal elektrotların elektroaktif yüzey alanları tayin edilmiştir.

İkinci yıl süre zarfında ön denemeler yapılmış ve akabinde normal deneylere geçilmiştir. Deneylerde reaktör iç cidarında ve tabanda elektrokimyasal sınırlayıcı akım tekniği ile kütle transfer katsayısı belirlenerek ısı transfer katsayılarının belirlenmesine çalışılmıştır.

Deneylerde karıştırıcı-taban arası yükseklik oranı: (L/d), karıştırıcı türbin hızı (rpm), karıştırıcı türbin kanat açısı (θ) parametreleri incelenmiş ve bu parametrelerin sıcaklık dağılımı üzerine etkileri belirlenmeye çalışılmıştır:

Reynolds Sayısının (türbin devri) Etkisi (N_{Re}): Sürekli karıştırılan bir reaktör içindeki akış deseni, akışkan özelliklerine, reaktör geometrisine, reaktördeki engel tipine ve karıştırıcının tipine bağlıdır. Eğer bir propeller veya farklı bir tür karıştırıcı, engelsiz bir tankın merkezine yerleştirilirse, bir swirl akış deseni gelişir. Genelde bu istenmez. Çünkü reaktör içinde, sıvı yüzeyinden aşağı doğru aşırı derecede hava sürüklenmesi ile özellikle yüksek hızlarda büyük

bir vorteks gelişir. Bunu önlemek için ekzantrik pozisyonda düşük güçle çalışan bir karıştırıcı kullanılabilir veya şiddetli karıştırma durumunda engel kullanılabilir. Bunlar genellikle swirl akış oluşumunu azaltır ve sıvının daha iyi karışmasını sağlar. Fakat akışkanların karıştırılmasının bir çok amacı vardır, bunlardan birçoğu partiküllerin çözeltide asılı kalmasını, etkili bir şekilde çözünmesini veya gaz kabarcıklarının çözünmesini sağlamak amacını güttüğü için oluşan vorteks bu durumlarda istenmez. Fakat yapılan çalışmada reaktör cidarı-akışkan arasında ısı transferini artırılması istenmektedir, bu amaçla yapılan deneylere göre artan Re sayısının ısı transferini pozitif yönde etkilediği görülmektedir. Özellikle karıştırıcının hizasına gelen çarpma bölgesinde reaktör cidarında (z/H)'ın 0.4 ile 0.6 ve (r/D)'nin 0.2 ile 0.4 aralığında yüksek ısı transferi sağlandığı gözlenmiştir (Şekil 10-13).

Türbin ile taban mesafesinin etkisi (L/d): Rushton tipi disk türbin karıştırıcı bir silindirik reaktör içinde, radyal yönde iyi karıştırma sağlar ve eksenel yönde zayıf akış üretir. Disk türbin karıştırıcılar, sıvıyı radyal yönde duvara doğru sürükler. Duvara çarpan sıvı ikiye ayrılır: bir kısmı duvar yüzeyinin yakınından yukarı doğru akarken yukarıdan türbine geri döner ve diğer kısmı ise aşağı doğru akar. Bir karıştırma sisteminde karıştırıcı ile birlikte hareket eden akışkanın hacim akış hızı veya sirkülasyon hızı, makul (olması muhtemel) bir zaman içinde karıştırıcının tüm hacmini süpürmesi için önemlidir.

Türbin tarafından reaktör tabanına doğru oluşturulan akış, disk türbinin dezavantajı olan karıştırıcının durgunluk bölgesinde kesme geriliminin yüksek seviyelerde olması sebebiyle akışkanın kesme gerilimi ve tabandan yukarı doğru gelen akışla kesilmekte ve bu nedenle artan taban-türbin mesafesine bağlı olarak tabanda ısı transferinin azaldığı görülmektedir (Şekil 22-28).

Türbin kanatçık açısının etkisi (θ): Akan akışkan içindeki türbülans da karışma için önemlidir, çünkü türbülans tanktaki sıvı yığınının hareketli akışkan doğru giden materyale sürüklenir. Bazı karışma sistemleri düşük sirkülasyon hızına sahip yüksek türbülanslı sistemler ve yüksek sirkülasyon hızına sahip düşük türbülanslı sistemler gerektirir. Fakat bu tip karıştırıcı bir birim güç başına düşük akış üreten nispeten düşük bir hidrolik etkinliğe sahiptir. Hidrolik etkinliğin artmasında ve eksenel yöndeki akışın etkili olmasında kanatçık açısının önemi büyüktür. Dik (şaft ile 0° yapan) kanatçıklı Rushton türbini büyük oranda radyal yönde akış üretmektedir. Fakat Rushton türbini kanatçıklarının şaft ile olan açıları değiştikçe eksenel yönde de etkili akış üretebilmektedirler. Deneysel verilere göre $\theta=60^\circ$ olan türbinin hem tabanda ve hem de reaktör duvarında etkili ısı transferi meydana getirdiği şekillerden görülmektedir (Şekil 14-21).

4. Projedeki Mali Gelişmeler (Satın Alınan Teçhizat ve diğer Harcamalar)

Projede kullanılacak cihazlar, kimyasallar (K_2CO_3 , Al_2O_3) ve sarf malzemeler alınmıştır.

- Dijital takometreli Mekanik karıştırıcı
- DC güç kaynağı
- Termoçift
- Multimetre
- Azot tüpü ve gaz regülatörü
- Otomatik pipet.
- Spektrofotometre küveti

5. Proje Kapsamında Yapılan Yayınlar

Proje kapsamında řu an gönderilen bir yayın mevcut değildir. Sonuçların değerlendirilmesinden sonra yayınlanması planlanmaktadır.

6. Proje Kapsamında yürütölen Lisans Üstü Tezler Hakkında bilgiler

Proje kapsamında yürütölen herhangi bir lisansüstü tez yoktur.

7. Değerlendirme

Bu proje kapsamında elde edilecek veriler, daha etkili ve boyutları daha küçük dolayısı ile hem ilk yatırım hem de işletme giderleri daha düşük ceketli reaktörlerin tasarım ve dizaynına imkan verecektir.

8. Sonuç

Proje kapsamında yapılan çalışmalarda, çalışılan parametrelere bağılı olarak yüzeyde sıcaklık dağılımı belirlenmiştir.

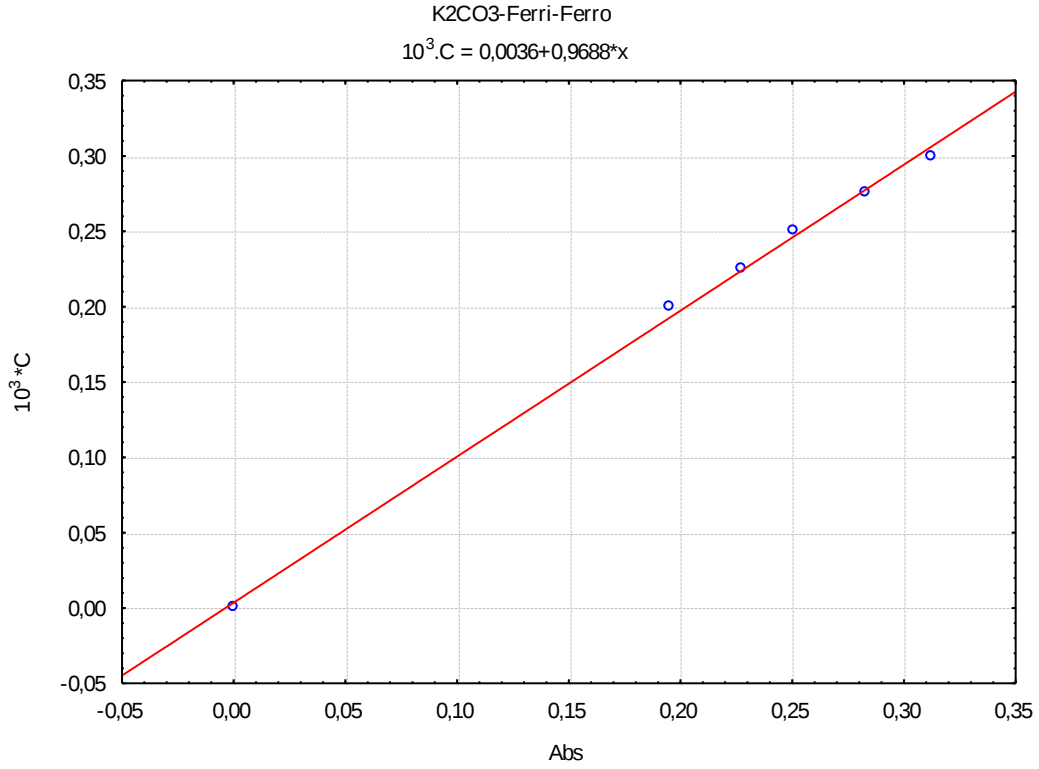
9. Öneriler

A) Aynı deney düzeneğı kullanılarak reaktör içinde bafıl (engel) kullanıldığı ve böylece vorteks oluşumu engellendiğı durumlarda reaktör iç yüzey sıcaklığının nasıl değıştığının belirlenmesi için çalışmaları yapılabilir.

B) Reaktör içinde reaktör cidarı ve akışkan arasında daha etkili ısı transferi gerçekleştirebilmek amacıyla elektrolit içine çözünmeyen ve ısı kapasiteleri farklı katı partiküller atılarak ısı transferi çalışmaları yapılabilir.

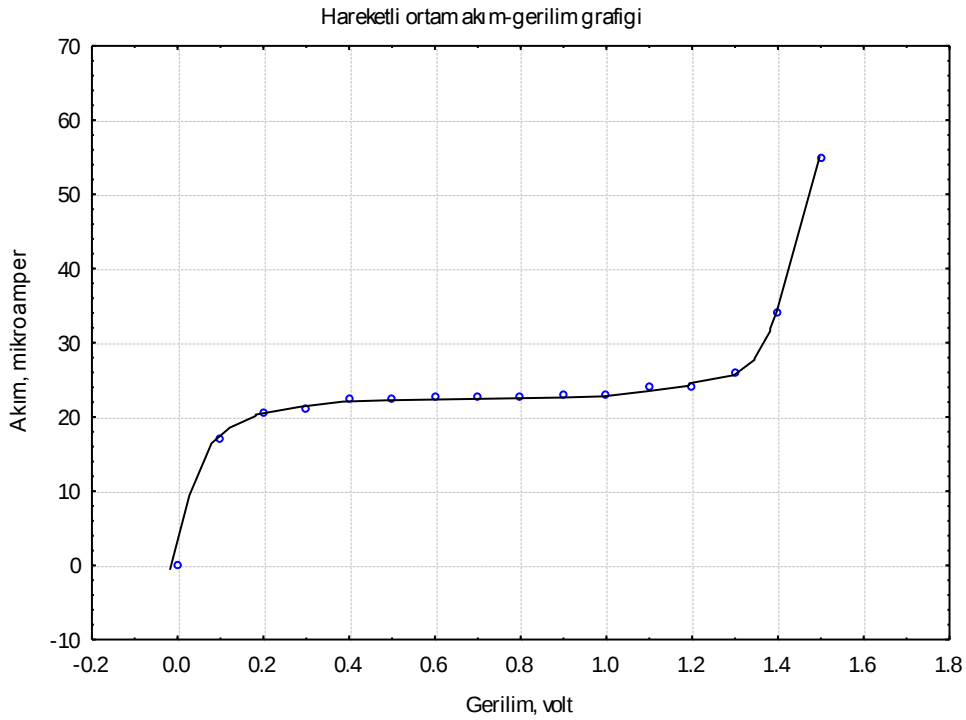
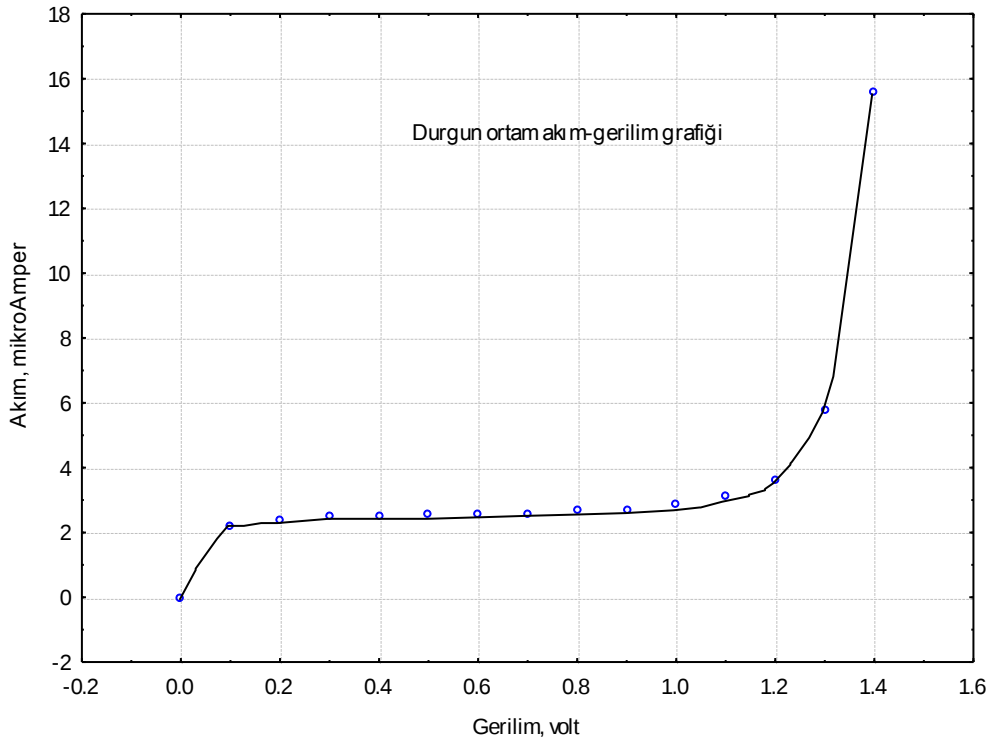
SONUÇ RAPORUNUN DEVAMI:

1. K₂CO₃ -feri-ferro siyanür elektrolit çözeltisi konsantrasyon eğrisi



Şekil 1. Spektrofotometrede kullanılan elektrolit konsantrasyon-Absorbans Eğrisi

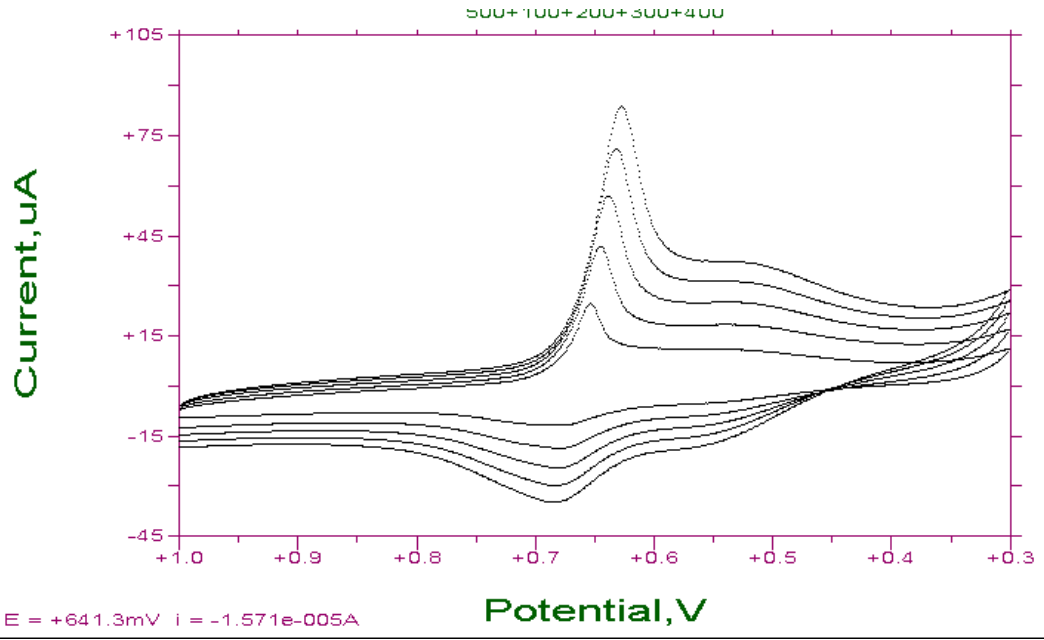
2. Sınırlayıcı difüzyon akımının belirlenmesi (Durgun ortam ve hareketli ortam)



Şekil 2. Durgun ve hareketli ortamlarda tespit edilen Gerilim-Akım Eğrileri.

Hareketli ortamda sınırlayıcı akım gerilimi 0.85V, durgun ortamda 0,70V olarak belirlenmiştir.

3. Lokal elektrotlar Cyclic Voltametre ile yapılan elektroaktif yüzey alan tayini sonuçları

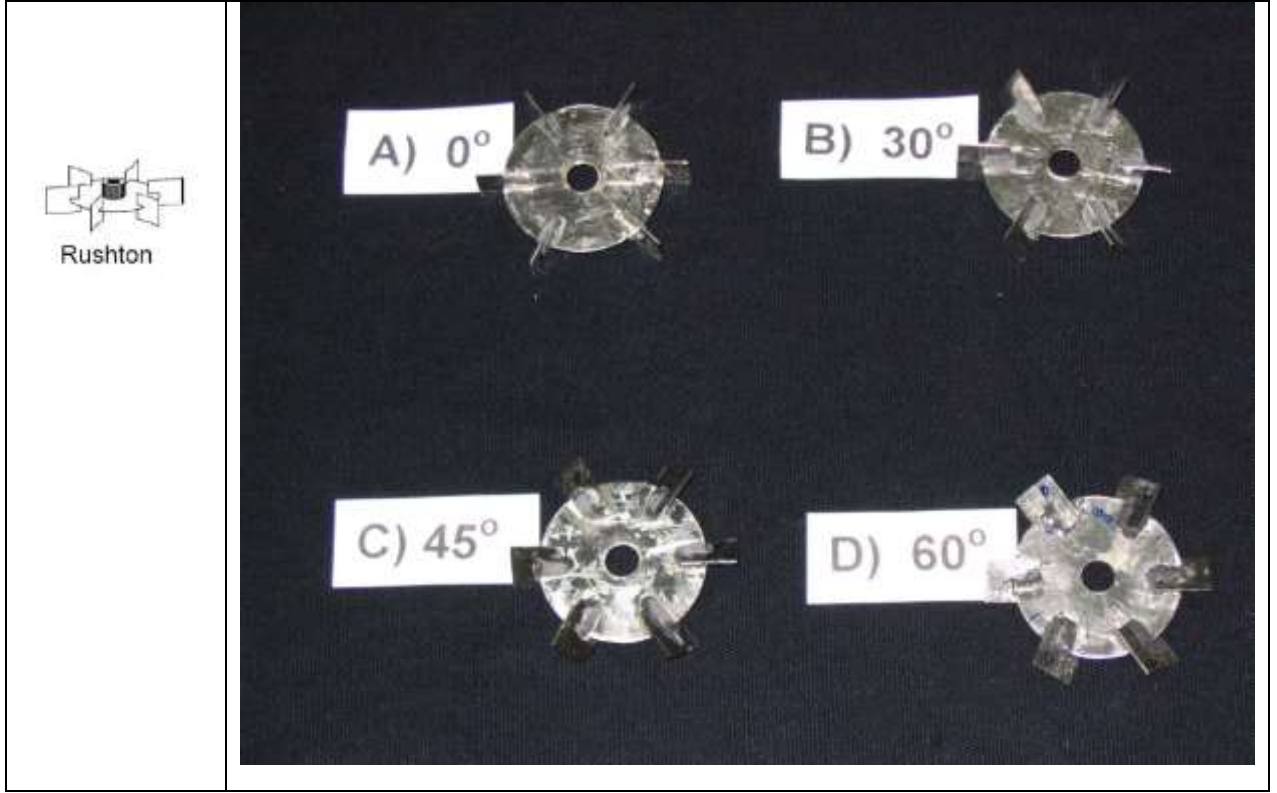


Şekil 3. Elektrot alan tayininde potansiyostat ile belirlenen CV eğrisi.

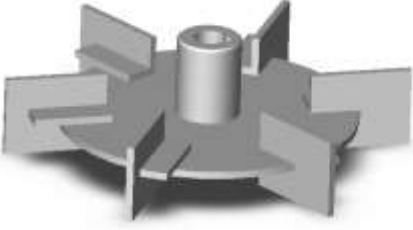
Tablo 1. Elektroaktif Lokal Elektrot Yüzey Alanları

Düşey Yöndeki Elektrotlar	m ²	Radyal Yöndeki Elektrotlar	m ²
D1	9,0986E-7	R1	3,502E-7
D2	5,9192E-7	R2	6,889E-7
D3	10,2381E-7	R3	5,320E-7
D4	3,45E-7	R4	3,979E-7
D5	8,0917E-7	R5	3,680E-7
D6	6,3545E-7	R6	2,829E-7
D7	4,1757E-7	R7	4,187E-7
D8	6,762E-7	R8	4,820E-7
D9	14,059E-7	R9	3,653E-7
D10	3,8683E-7	R10	--
D11	9,5143E-7	R11	--
D12	6,264E-7	R12	7,342E-7
D13	5,6167E-7		
D14	4,187E-7		

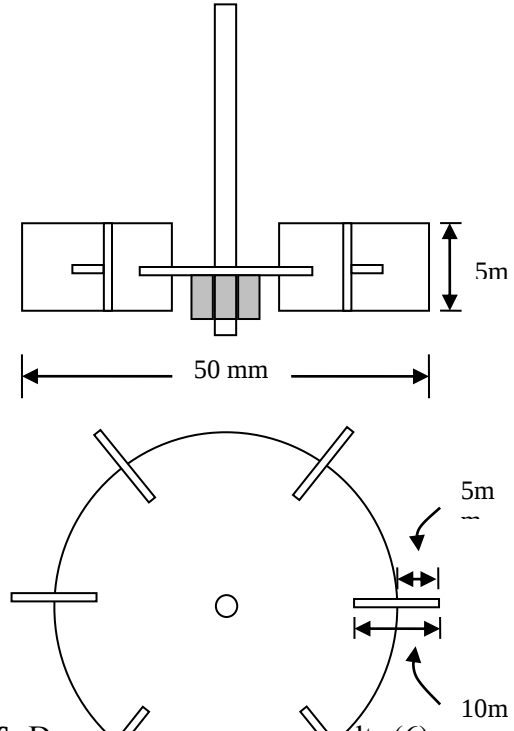
4. Deneylerde kullanılmak üzere imal edilen Rushton türbinleri.



Şekil 4. Deneylerde kullanılan Rushton türbinleri.



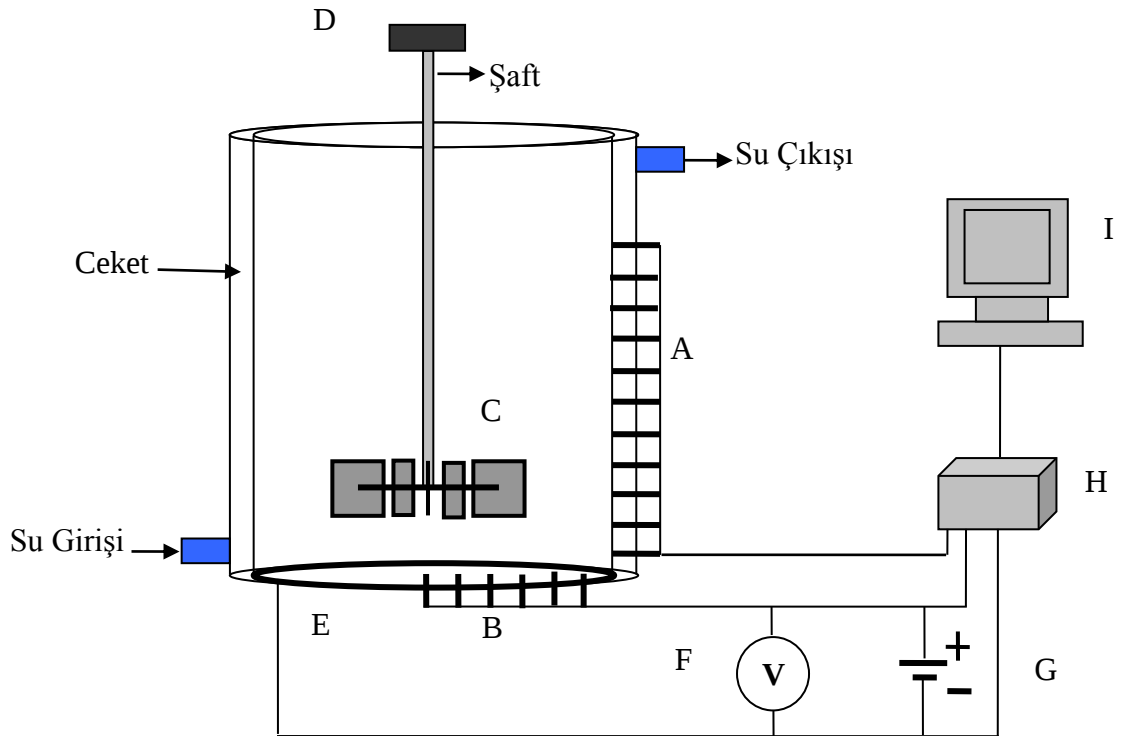
Şekil 5. Altı kanatcıklı Rushton türbini



Şekil 6. Deney Tübin (Rushton) Karıştırıcı ve Karıştırıcı Şaftının Boyutları.



Şekil 7. Deneylerde kullanılan ceketli, sürekli karıştırılan tip tank reaktör (CSTR).



Şekil 8. Ceketli, Karıştırıcılı Tank Tipi Reaktör

A- Düşey lokal elektrotlar B- Radyal lokal elektrotlar C- Rushton tipi karıştırıcı D- Mekanik Karıştırıcı ve Takometre E- Anot F- Voltmetre G- DC Güç Kaynağı H- Data Kartı I- PC



Şekil 9. Deney düzeneği
(Reaktör, karıştırıcı, bilgisayar, data kartı, DC güç kaynağı ve multimetreler)

Çalışma Parametreleri

N_{RE}	$n(\text{rpm})$	$\theta(\text{derece})$	(L/d)
9700	400	0	0.5
12120	500	30	1.0
14550	600	45	1.5
16970	700	60	2.0
19400	800		
21820	900		
24240	1000		

Üstteki tabloda karıştırıcı devir sayısına bağlı olarak değişen N_{Re} sayıları aşağıdaki formül kullanılarak elde edilmiştir.

$$N_{Re} = \frac{d^2 n \rho}{\mu} = \frac{d^2 n}{\nu}$$

d : karıştırıcı pervanesinin (Rushton türbini) çapı

n : dakikadaki devir sayısı

μ : dinamik viskozite

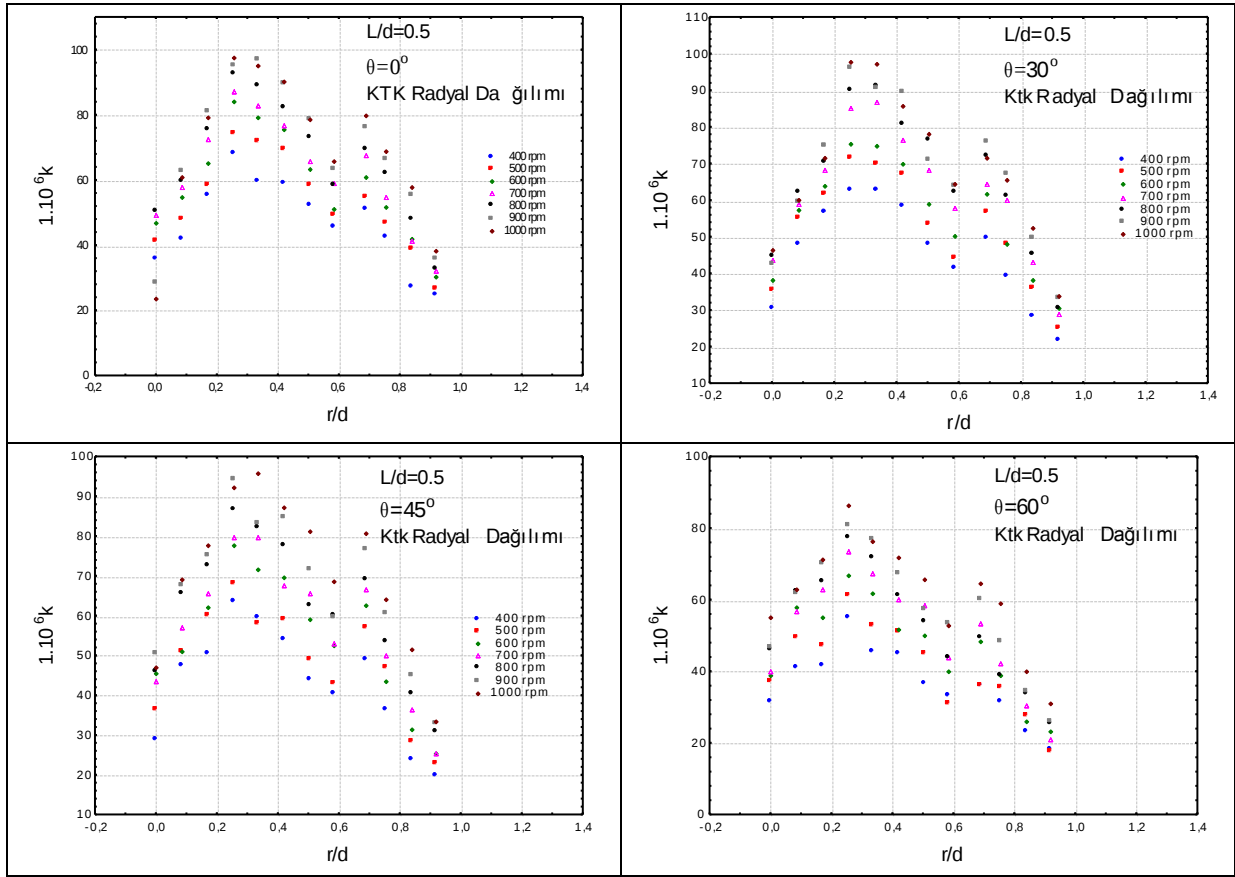
ν : kinematik viskozite

5. CSTR içinde reaktör iç cidarında ve tabanda elde edilen kütle transfer katsayılarının düşey ve radyal yönlerde dağılımları

Araştırılan Parametrelerin Etkisi:

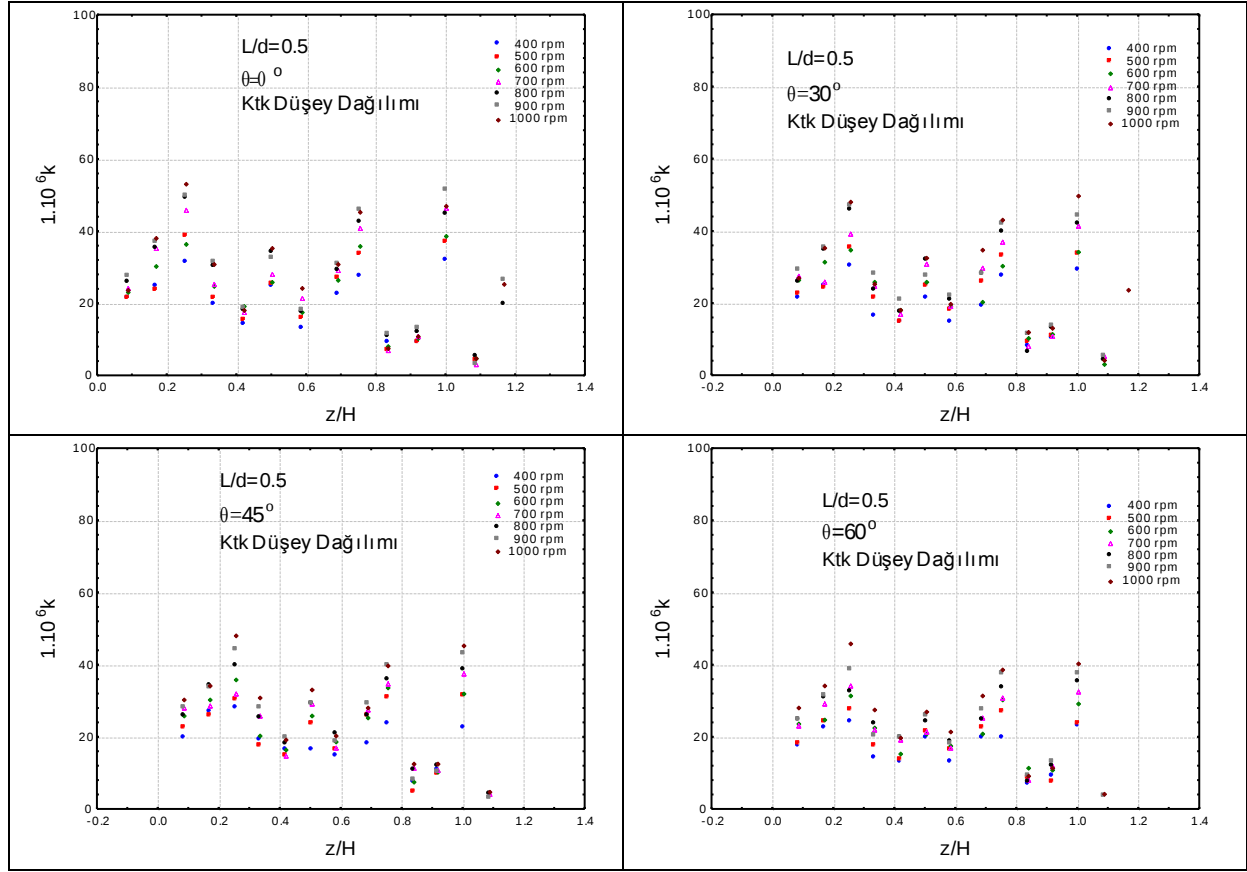
Sürekli karıştırılan reaktörlerde, karıştırıcı hızı (Re sayısı), karıştırıcı olarak kullanılan disk türbin kanatçık açısı (0° , 30° , 45° ve 60°), boyutsuz karıştırıcı taban mesafesinin (L/d) tabandaki kütle transferi üzerine etkisi belirlenmeye çalışılmıştır.

a) Karıştırıcı hızı (Re sayısı) etkisi

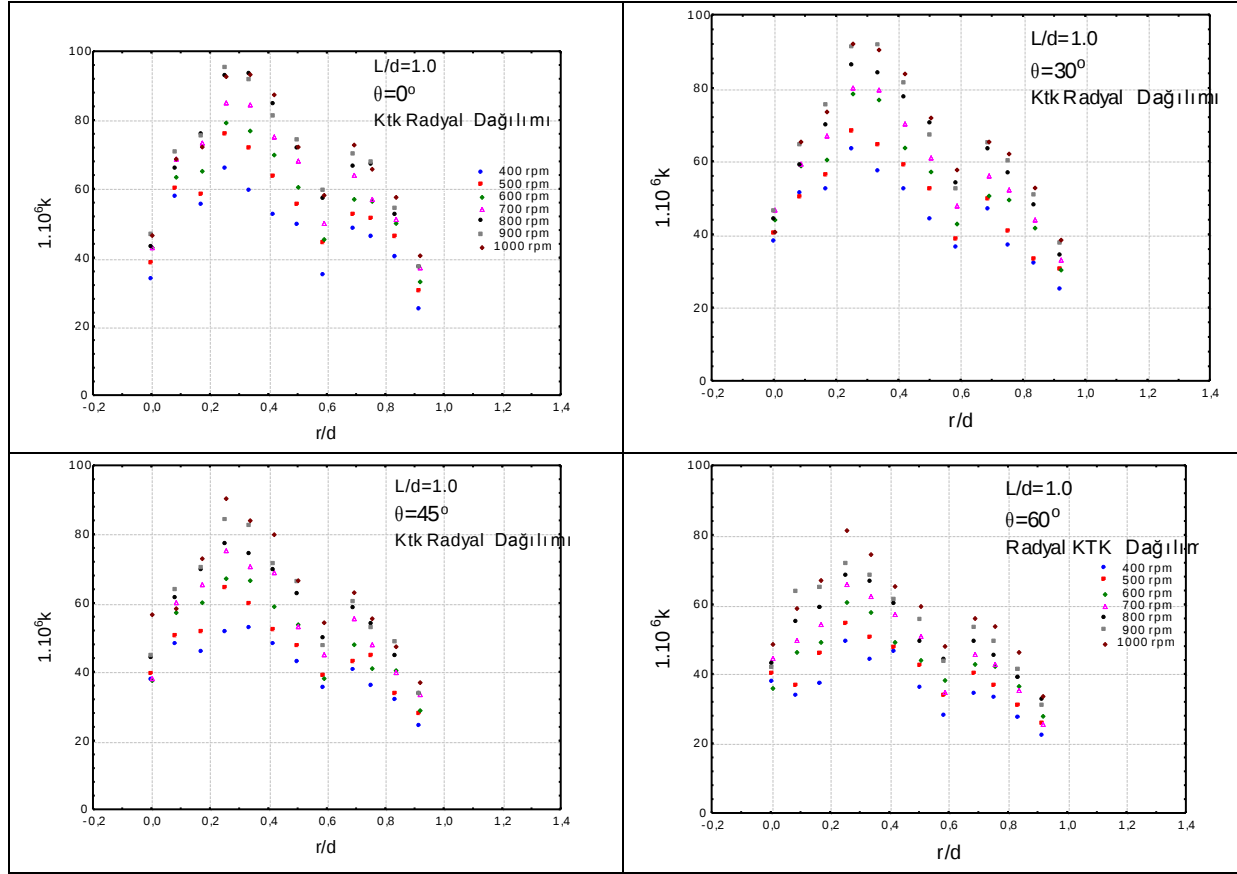


Şekil 10. (L/d)=0.5 olan durumda, farklı kanat açlarına sahip Rushton türbinleri için reaktör içinde Re sayısı değişimine bağlı kütle transfer katsayısı dağılımları.

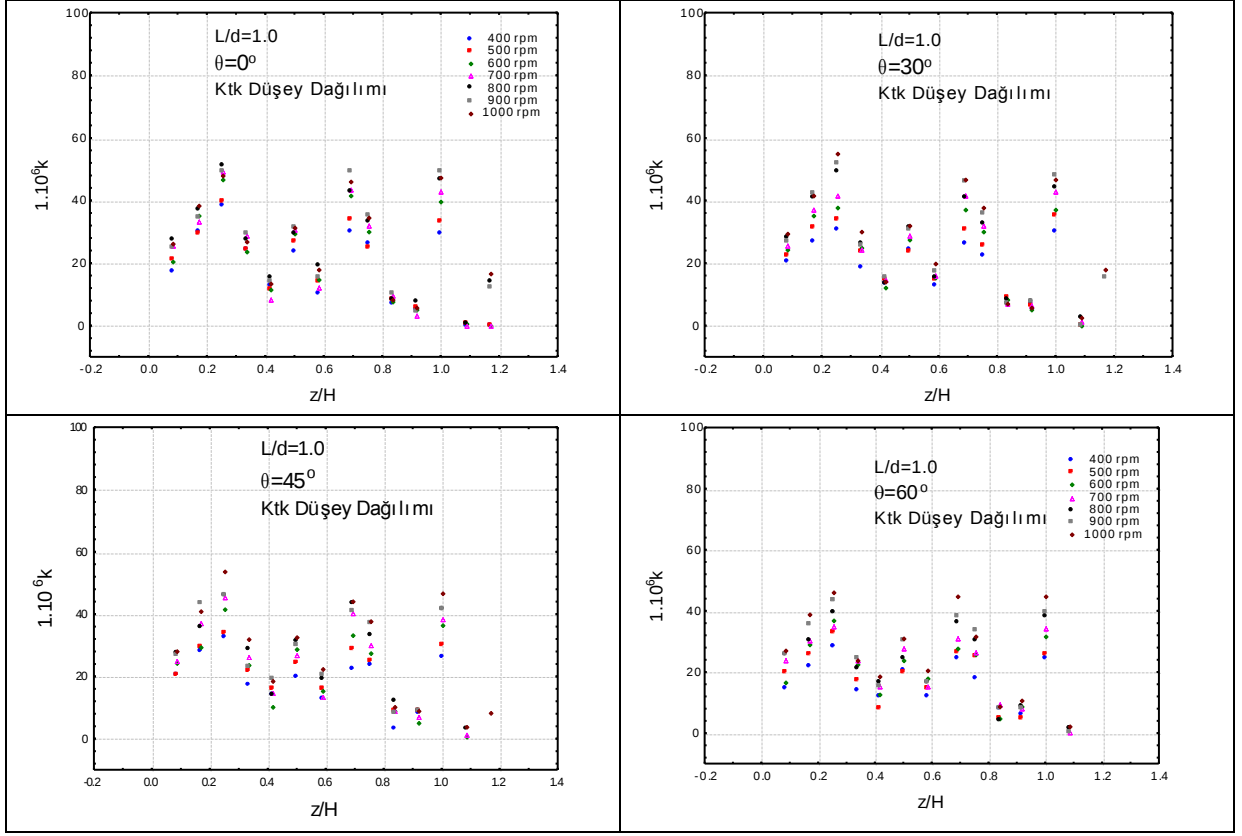
a) radyal yönde [k -(r/D)]



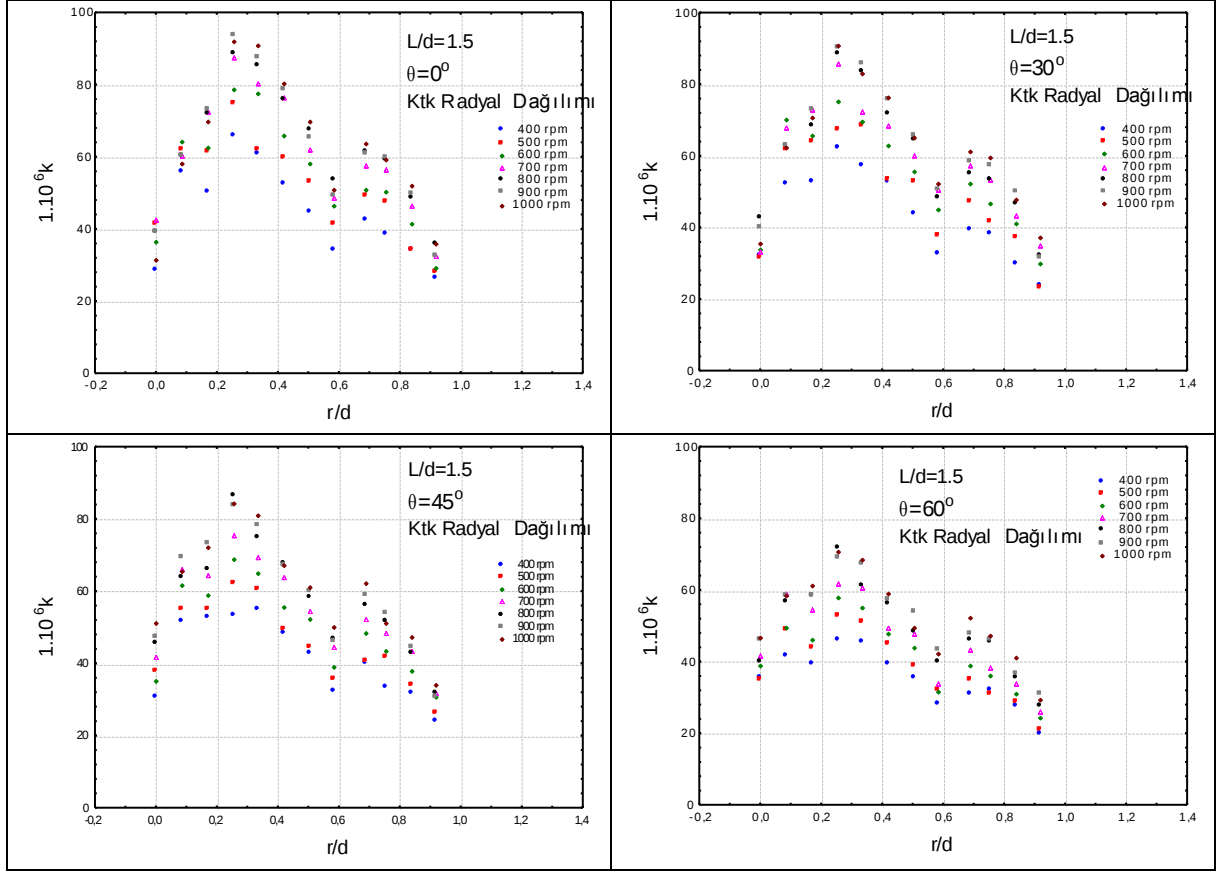
Şekil 10. b) düşey doğrultuda $[k-(z/H)]$



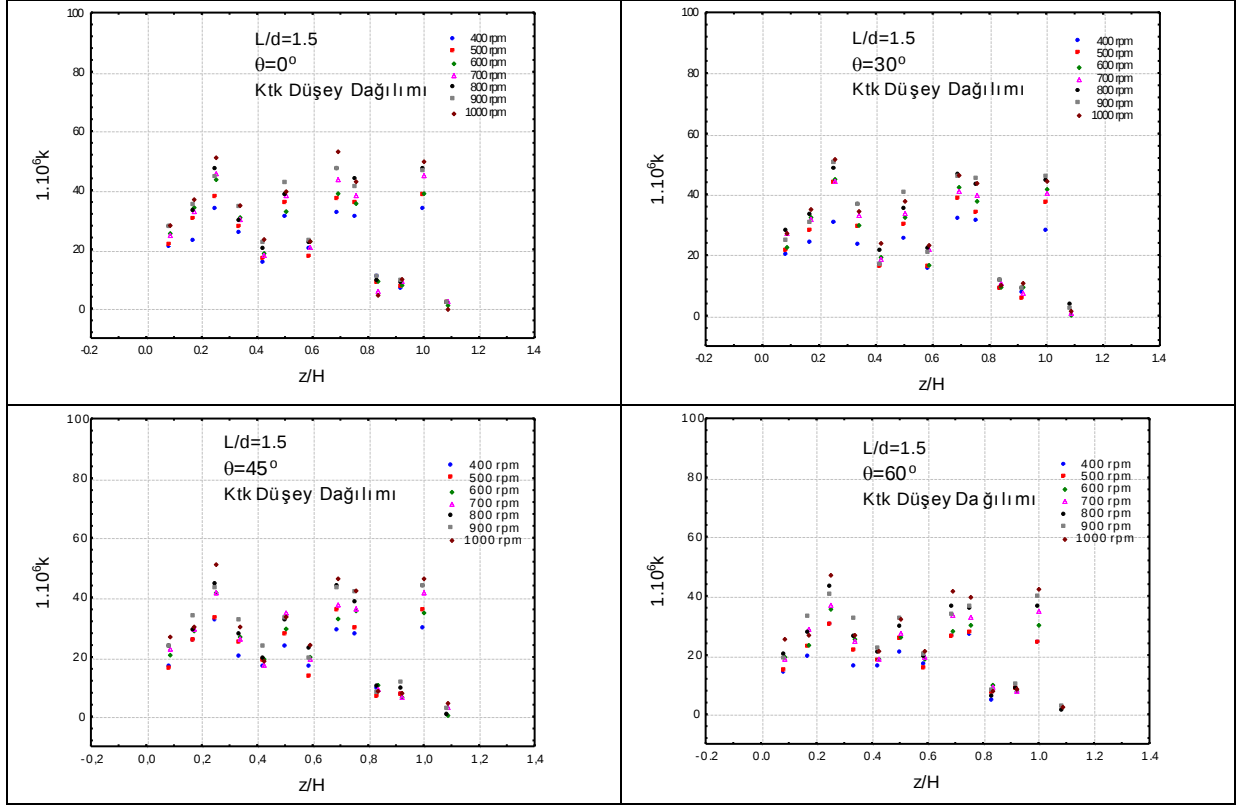
Şekil 11. ($L/d=1.0$) olan durumda, farklı kanat açlarına sahip Rushton türbinleri için, reaktör içinde Re sayısı değişimine bağlı kütle transfer katsayısı dağılımları.
a) radyal yönde [$k-(r/D)$]



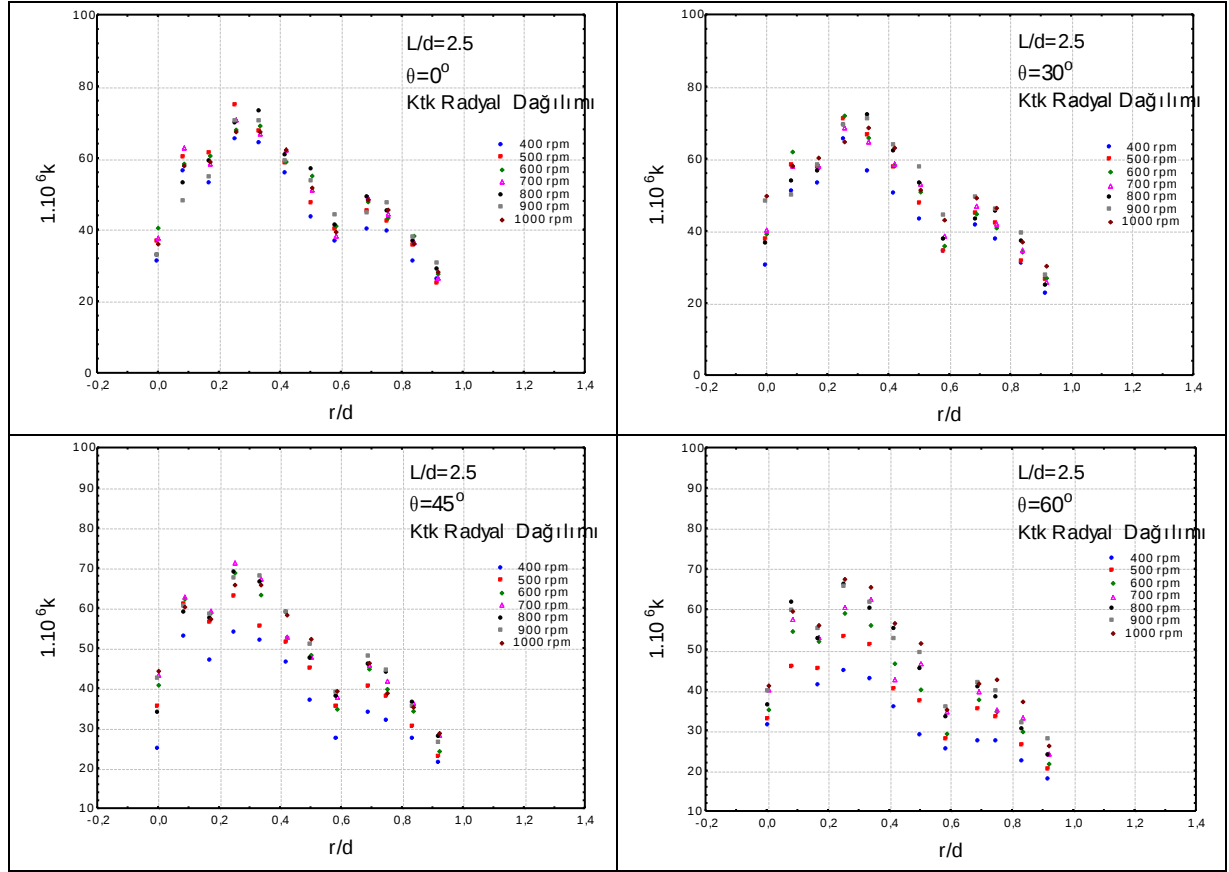
Şekil 11. b) düşey doğrultuda $[k-(z/H)]$



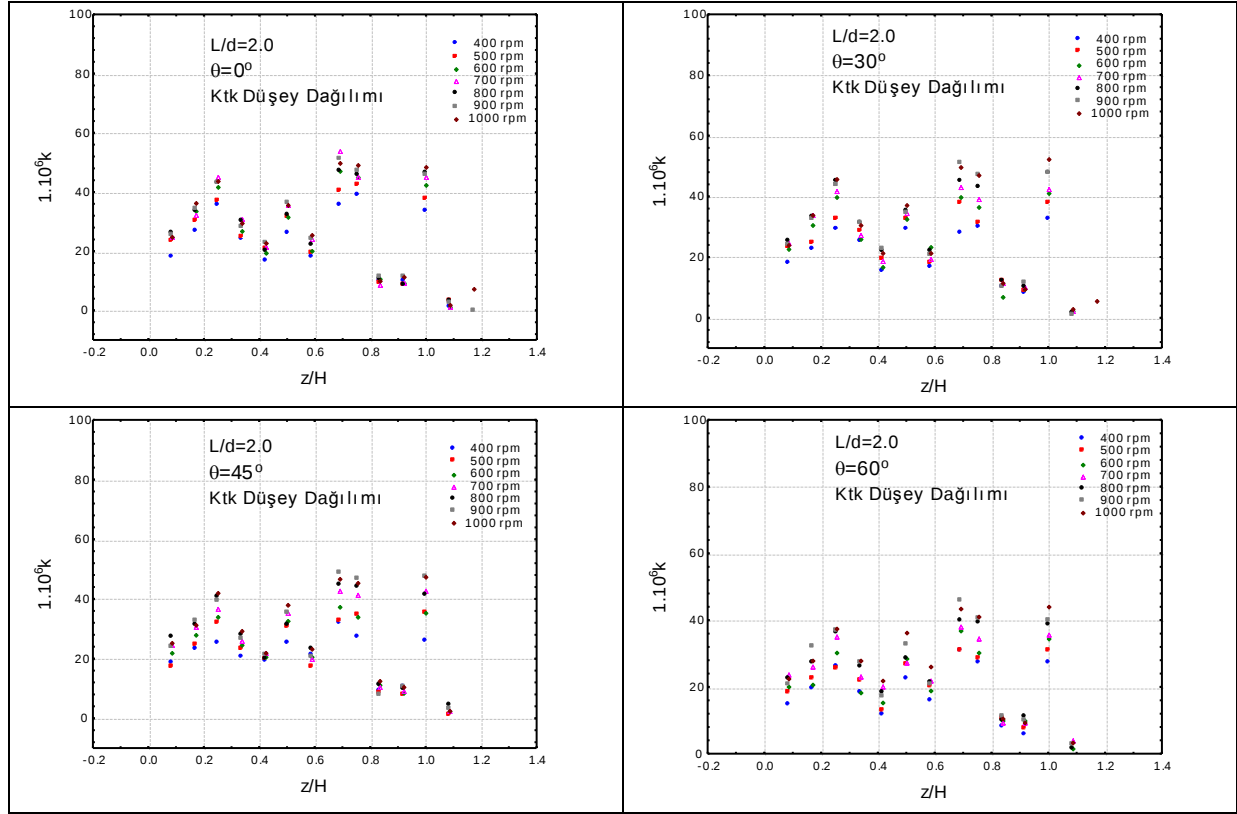
Şekil 12. $(L/d)=1.5$ olan durumda, farklı kanat açılarına sahip Rushton türbinleri için reaktör içinde Re sayısı değişimine bağlı kütle transfer katsayısı dağılımları.
a) radyal yönde $[k-(r/D)]$



Şekil 12. b) düşey doğrultuda $[k-(z/H)]$

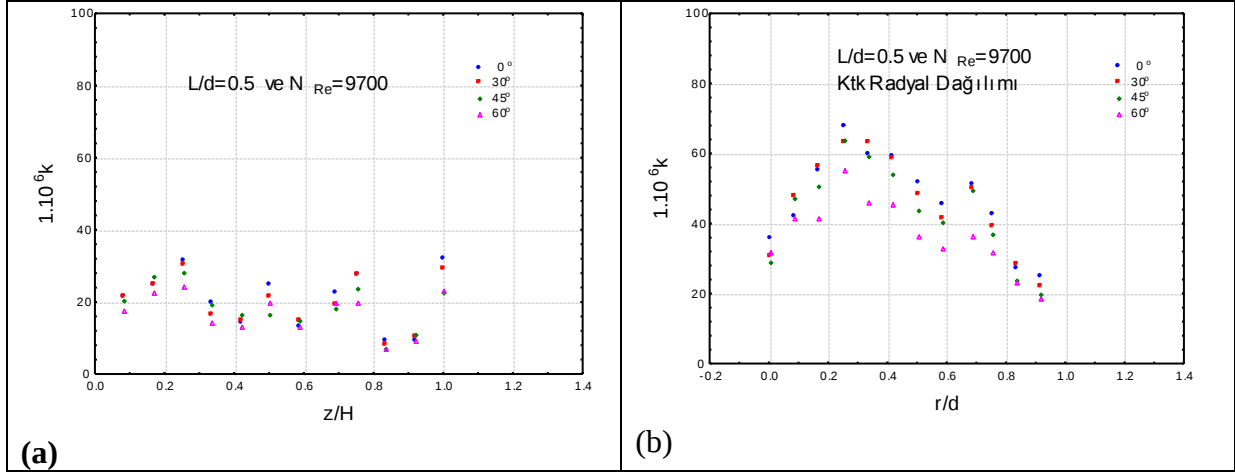


Şekil 13. ($L/d=2.5$) olan durumda, farklı kanat açılarına sahip Rushton türbinleri için reaktör içinde Re sayısı değişimine bağlı kütle transfer katsayısı dağılımları.
a) radyal yönde [$k-(r/D)$]

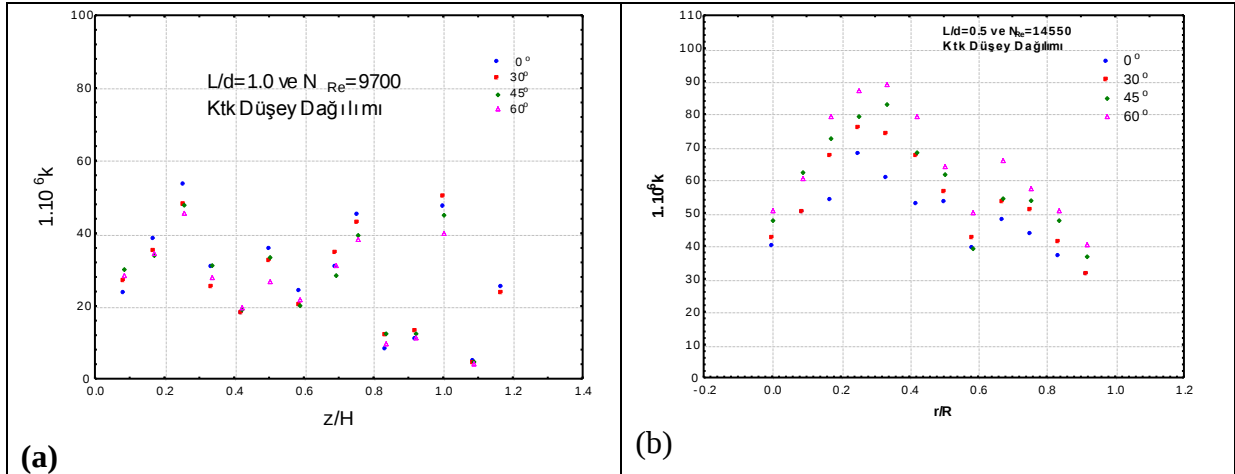


Şekil 13. b) düşey doğrultuda $[k-(z/H)]$

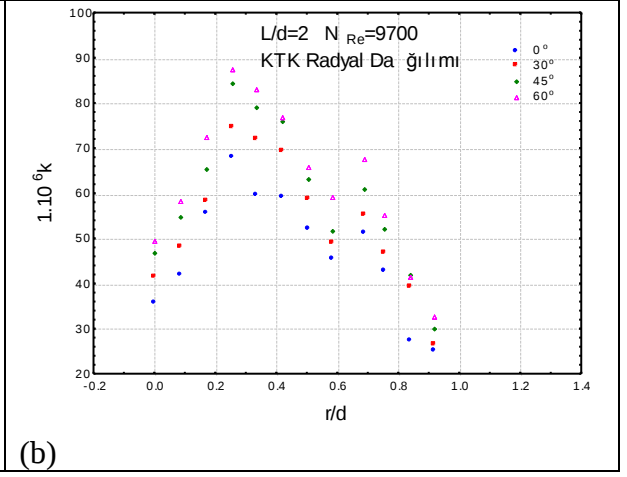
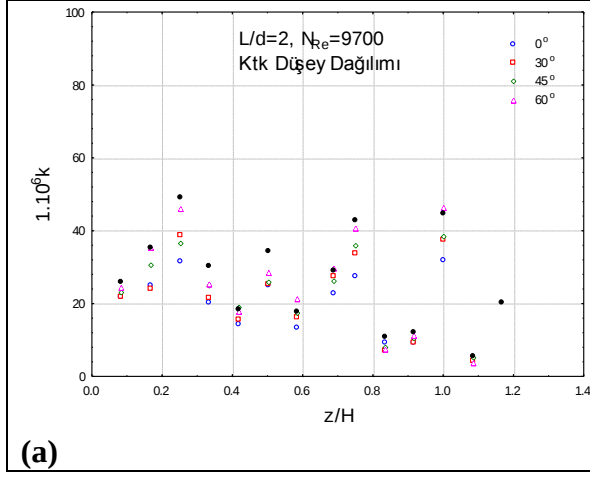
2. Rushton Türbini Pervane Açısı Etkisi (θ)



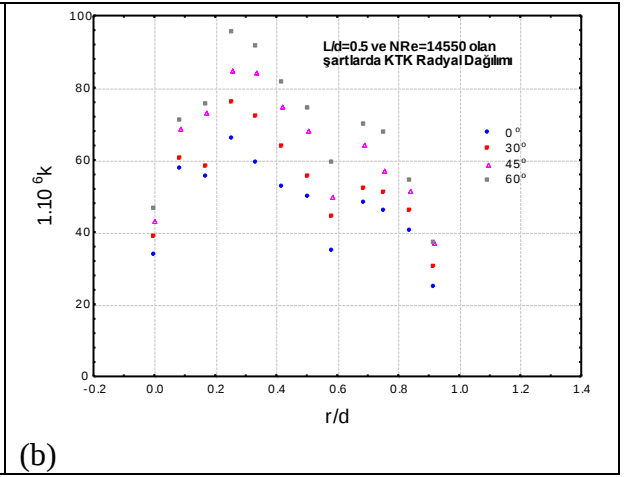
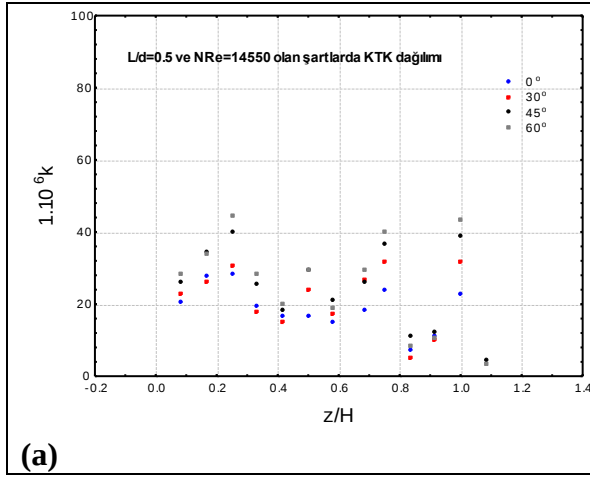
Şekil 14. $(L/d)=0.5$ ve $N_{Re}=9700$ olan şartlarda, Rushton türbinlerinin kanat açıları değişimine bağlı kütle transfer katsayısı dağılımları.
a) düşey doğrultuda $[k-(z/H)]$ b) radyal yönde $[k-(r/D)]$



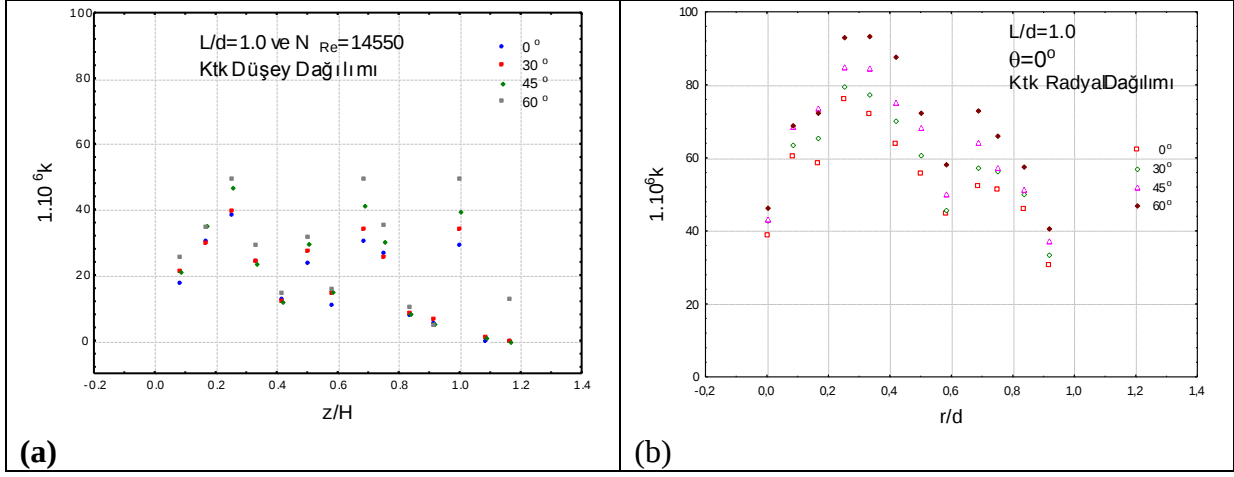
Şekil 15. $(L/d)=1.0$ ve $N_{Re}=9700$ olan şartlarda, Rushton türbinlerinin kanat açıları değişimine bağlı kütle transfer katsayısı dağılımları.
a) düşey doğrultuda $[k-(z/H)]$ b) radyal yönde $[k-(r/D)]$



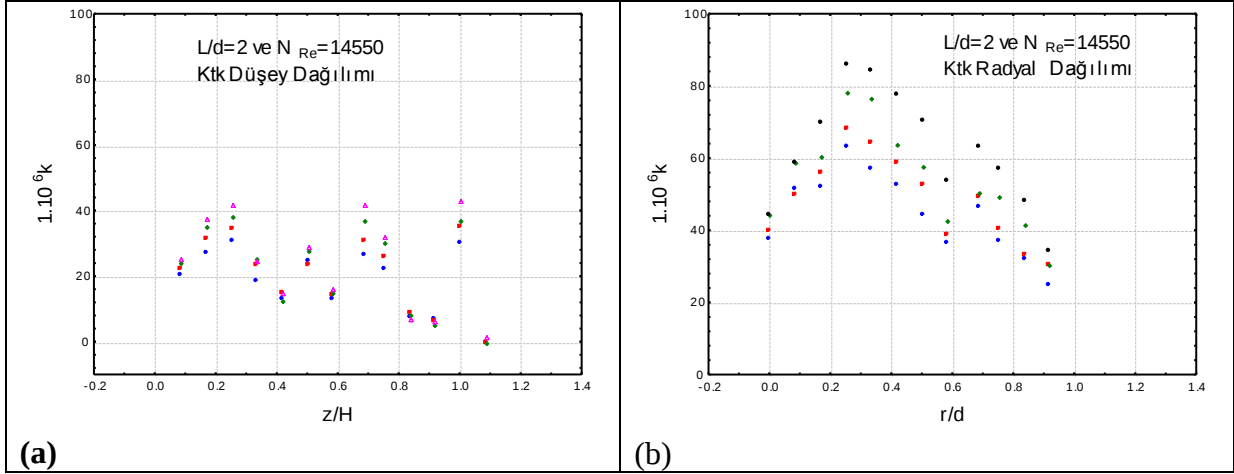
Şekil 16. $(L/d)=2$ ve $N_{Re}=9700$ olan şartlarda, Rushton türbinlerinin kanat açıları değişimine bağlı kütle transfer katsayısı dağılımları.
a) düşey doğrultuda $[k-(z/H)]$ b) radyal yönde $[k-(r/D)]$



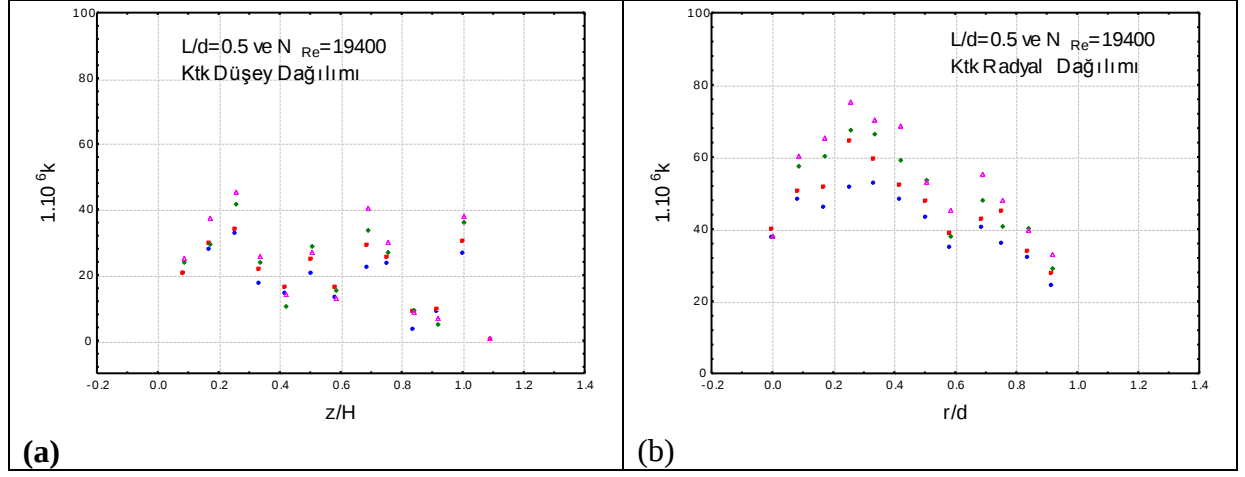
Şekil 17. $(L/d)=0,5$ ve $N_{Re}=14550$ olan şartlarda, Rushton türbinlerinin kanat açıları değişimine bağlı kütle transfer katsayısı dağılımları.
a) düşey doğrultuda $[k-(z/H)]$ b) radyal yönde $[k-(r/D)]$



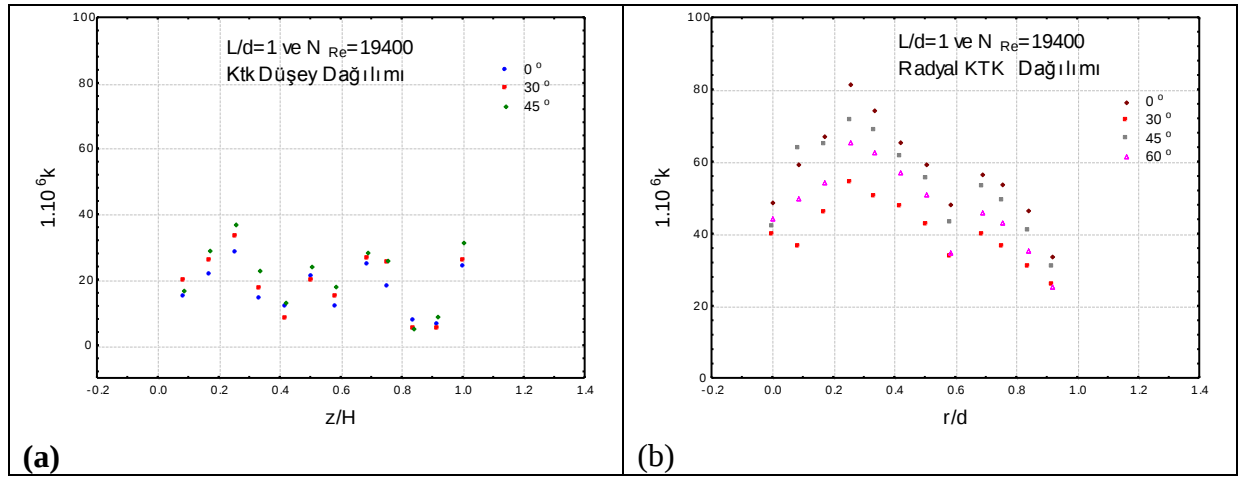
Şekil 18. ($L/d=1$ ve $N_{Re}=14550$ olan şartlarda, Rushton türbinlerinin kanat açıları değişimine bağlı kütle transfer katsayısı dağılımları.
a) düşey doğrultuda [k -(z/H)] b) radyal yönde [k -(r/D)]



Şekil 19. ($L/d=2$ ve $N_{Re}=14550$ olan şartlarda, Rushton türbinlerinin kanat açıları değişimine bağlı kütle transfer katsayısı dağılımları.
a) düşey doğrultuda [k -(z/H)] b) radyal yönde [k -(r/D)]

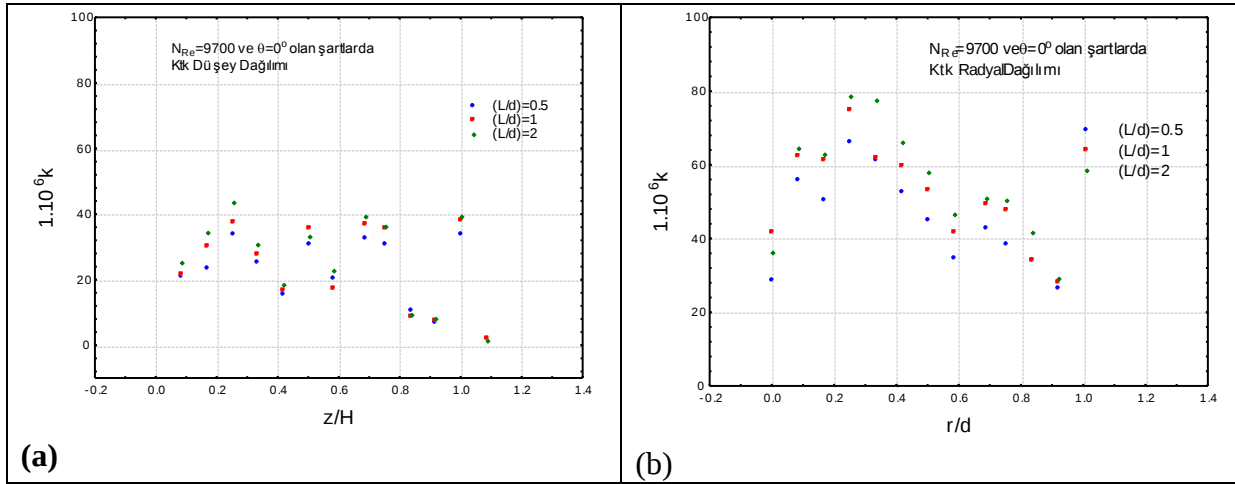


Şekil 20. $(L/d)=0.5$ ve $N_{Re}=19400$ olan şartlarda, Rushton türbinlerinin kanat açıları değişimine bağlı kütle transfer katsayısı dağılımları.
a) düşey doğrultuda $[k-(z/H)]$ b) radyal yönde $[k-(r/D)]$



Şekil 21. $(L/d)=1$ ve $N_{Re}=19400$ olan şartlarda, Rushton türbinlerinin kanat açıları değişimine bağlı kütle transfer katsayısı dağılımları.
a) düşey doğrultuda $[k-(z/H)]$ b) radyal yönde $[k-(r/D)]$

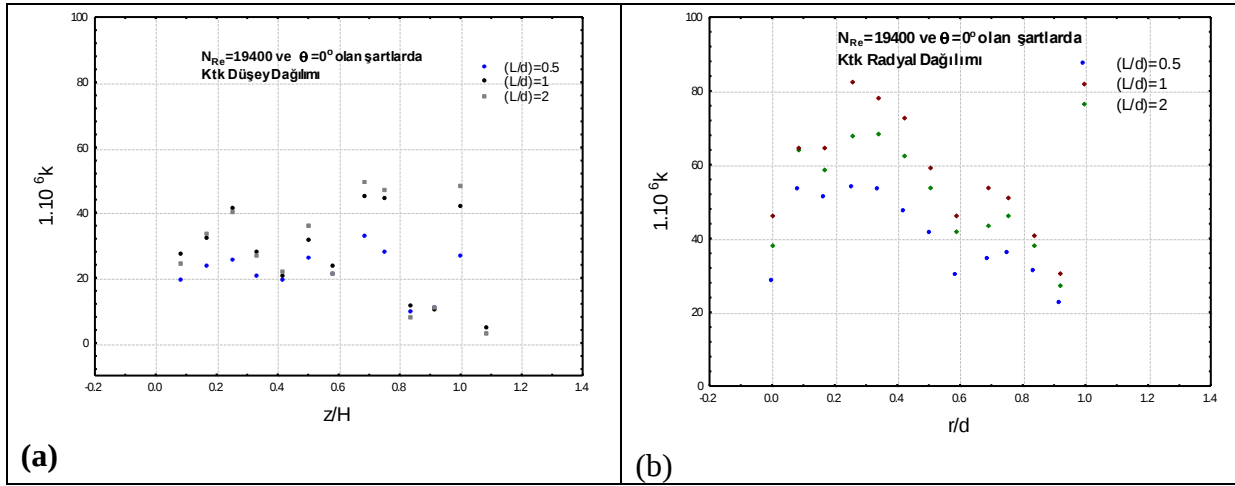
3. Boyutsuz Türbin Yüksekliği (L/d)



Şekil 22. $N_{Re}=9700$ akış şartlarında, 0° kanat açısına sahip Rushton türbinleri için (H/d) değişimine bağlı kütle transfer katsayısı dağılımları.

a) düşey doğrultuda $[k-(z/H)]$

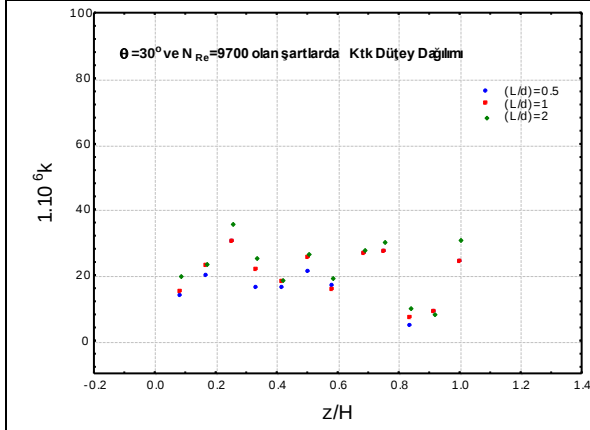
b) radyal yönde $[k-(r/D)]$



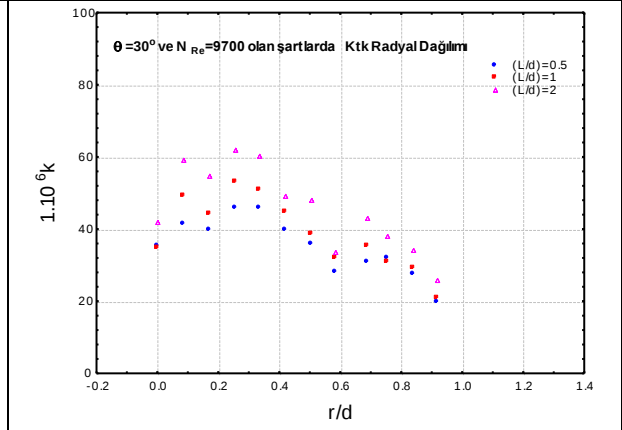
Şekil 23. $N_{Re}=19400$ akış şartlarında, 0° kanat açısına sahip Rushton türbinleri için (H/d) değişimine bağlı kütle transfer katsayısı dağılımları.

a) düşey doğrultuda $[k-(z/H)]$

b) radyal yönde $[k-(r/D)]$



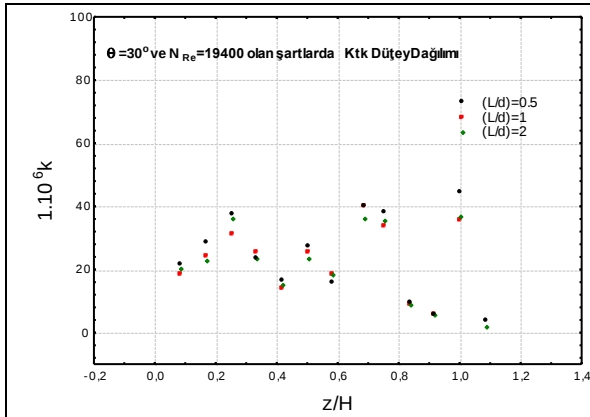
(a)



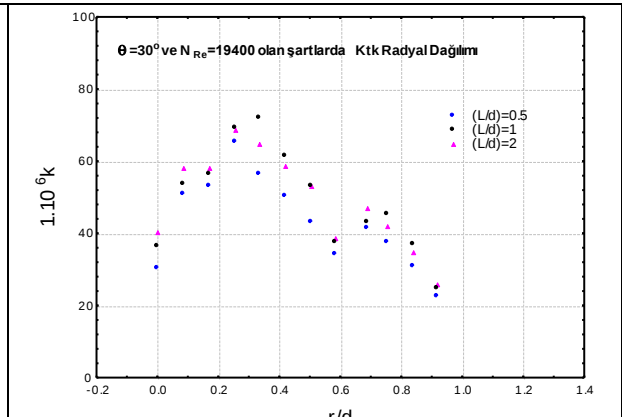
(b)

Şekil 24. $N_{Re}=9700$ akış şartlarında, 30° kanat açısına sahip Rushton türbinleri için (H/d) değişimine bağlı kütle transfer katsayısı dağılımları.

a) düşey doğrultuda $[k-(z/H)]$ b) radyal yönde $[k-(r/D)]$



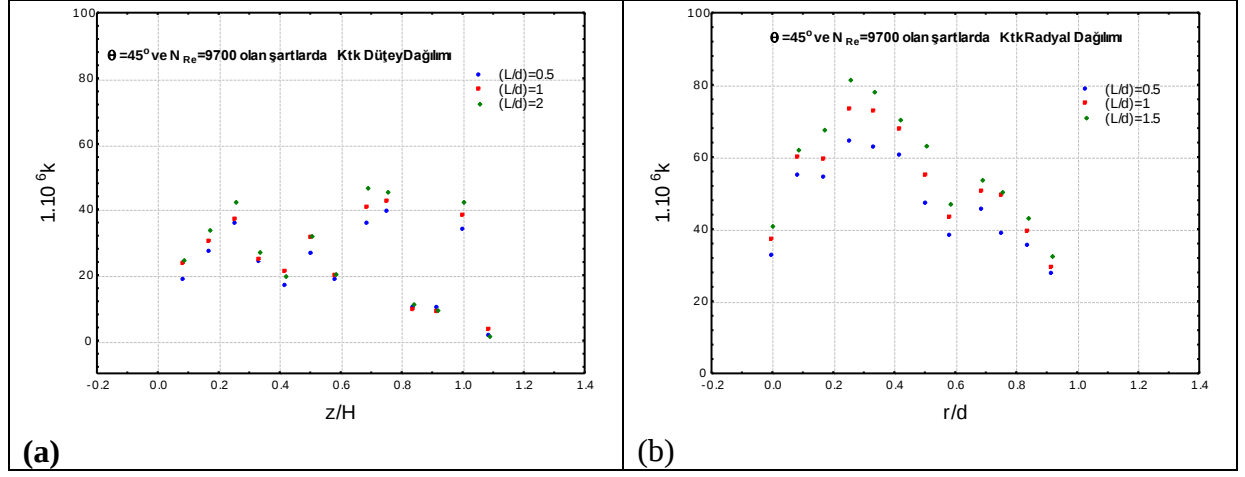
(a)



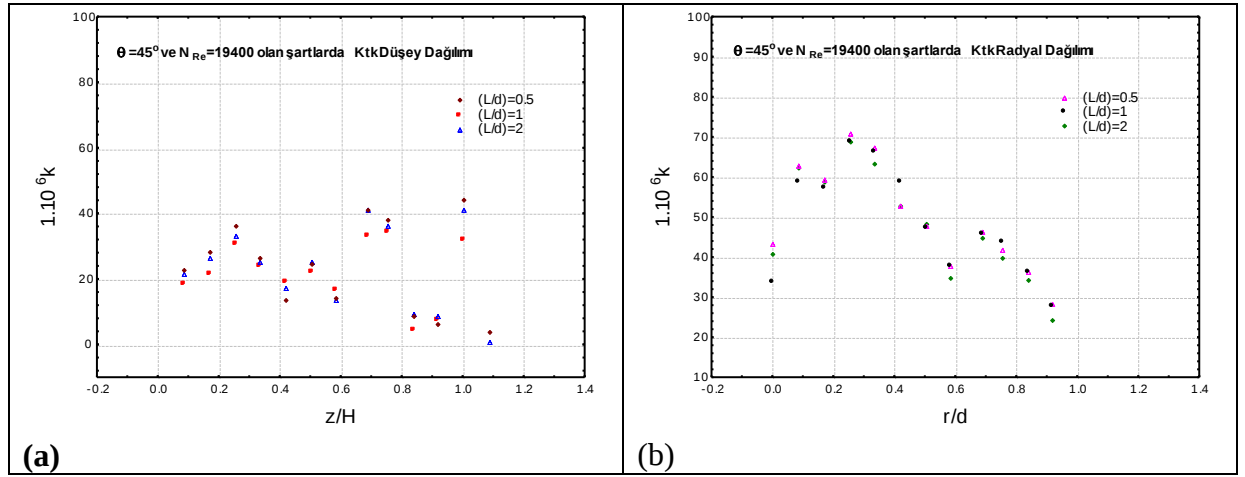
(b)

Şekil 25. $N_{Re}=19400$ akış şartlarında, 30° kanat açısına sahip Rushton türbinleri için (L/d) değişimine bağlı kütle transfer katsayısı dağılımları.

a) düşey doğrultuda $[k-(z/H)]$ b) radyal yönde $[k-(r/D)]$



Şekil 26. $N_{Re}=9700$ akış şartlarında, 45° kanat açısına sahip Rushton türbinleri için (H/d) değişimine bağlı kütle transfer katsayısı dağılımları.
a) düşey doğrultuda $[k-(z/H)]$ b) radyal yönde $[k-(r/D)]$



Şekil 27. $N_{Re}=19400$ akış şartlarında, 45° kanat açısına sahip Rushton türbinleri için (L/d) değişimine bağlı kütle transfer katsayısı dağılımları.
a) düşey doğrultuda $[k-(z/H)]$ b) radyal yönde $[k-(r/D)]$