



TÜBİTAK

TÜRKİYE BİLİMSEL VE TEKNİK ARAŞTIRMA KURUMU

VII. BİLİM KONGRESİ  
MÜHENDİSLİK ARAŞTIRMA GRUBU  
TEBLİĞLERİ  
(KİMYA SEKSIYONU)

29 - Eylül 3 - Ekim 1980  
Kuşadası - AYDIN

MÜHENDİSLİK ARAŞTIRMA GRUBU

## KİMYASAL SÜREÇLERDE KÜTLE VE ENERJİ

### DENGESİNİN ARDISIK YAKLAŞIMLARLA BENZETİMİ

Nuran YALAZ, Sıdıka KOCAKUŞAK, Ersan KALAFATOĞLU, Bedri D. EMİR

TUBİTAK - MAE Kimya Bölümü, Gebze.

#### ÖZET

Bu çalışmada tüm kimyasal süreçlerin kütle ve enerji akımlarının hesaplanmasında kullanılabilen, BİRİM adı verilen bir program paketi geliştirilmiştir.

Modüler bir yapıda, çok maksatlı olarak hazırlanmış BİRİM program paketi süreç değerlendirilmesi, en iyileştirme gibi çalışmaların hızlı ve etkin olarak yürütülmesine olanak sağlamaktadır.

Kullanımı çok kolay olan BİRİM program paketi, orta kapasitedeki bir bilgisayara uyandırılmaktadır.

Bir uygulama örneği çalışmada verilmiştir.

#### GİRİŞ VE ÇALIŞMANIN AMACI

Kimya endüstrisinde uygulanmakta olan süreç tasarımı (*process design*), süreç değerlendirimi (*process evaluation*), süreç benzetimi (*process simulation*), süreç denetimi (*process control*), süreç en iyileştirimi (*process optimisation*) işlemlerinde kütle ve enerji akımlarının hesaplanması büyük önem taşımaktadır.

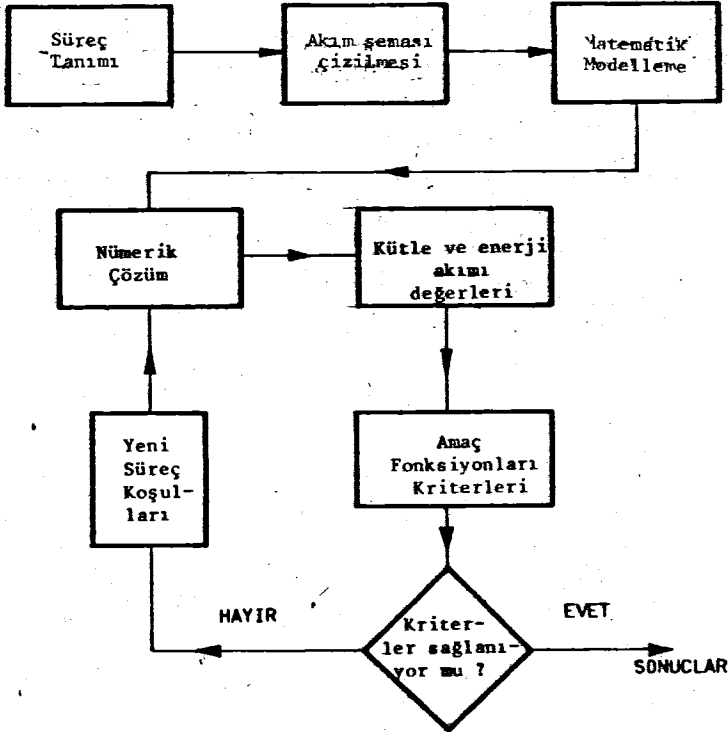
Teknolojinin gelişimi ile, süreçler giderek karmaşık nitelik kazanmakta, buna bağlı olarak kütle ve enerji hesapları güçleşmekte ve gelişkin çözüm metodlarının kullanımı zorunlu olmaktadır.

Basit veya karmaşık, çok bileşenli, çok geri dönüş akımlı, çok birim işlemleri bir sürecin kütle ve enerji hesapları, yoğun zaman ve emek isteyen bir çabayı gerektirmektedir. Bilgisayar kullanımı ile hesap süreleri kısaltılmakta, daraltılmış hata aralıkları ile kararlı hale yaklaşım gözlenebilmektedir. Çok sayıda hesabın kısa sürede yapılabilmesi, ele alınan sürecin daha iyi tanınmasını sağlar ve ilerideki çeşitli çalışmalar için sağlam bir temel oluşturur. Bir uygulama örneği olarak ŞEKİL 1'de süreç en iyileştirme çalışmalarında bilgi akımı sırası görülmektedir.

ŞEKİL 1'de, üçüncü aşamada görülen matematik modelleme, süreç içerisindeki tüm birim işlemlerde giriş çıkış akımları arasındaki ilgiyi tanımlayan analitik bağıntıların bulunması anlamını taşımaktadır. Matematik modelin kurulması kütle ve enerji hesaplarının en zor aşamasını oluşturur. Bundan sonra gelen nümerik hesap aşaması daha çok mekanik

bir özellik gösterir. Bu aşama, matematik modelin nümerik çözüm yönteminin saptanması, eldeki bağıntıların nümerik uygulamaya uygun olacak şekilde düzenlenmesi, gerekli algoritmaların yazımı, programın makineye uyarlanması ve programın hatasız çalıştırılması işlemlerini kapsamaktadır. Böylesine yüklü ve çok yönlü bir çabayı gerektiren bu çalışmalar, haksız olarak bilgi sağlanmasının en kolay aşaması olarak adlandırılmıştır. Bu alanda hazır program paketlerinin yararı anlaşılmış olup, çeşitli ve çok tanınmış programlar geliştirilmiştir. Bunlardan FLOWTRAN (1), DYNYSYS (2), PACER (3), PRIMER (4) en tanınmışlardır. Bunlar, çoğunlukla kullanımı için özel beceri gerektiren programlardır. Gelişmiş ülkelerde bu programlar bilgisayarların alışılmış kütüphane programlarıdır.

Bu çalışmada, matematik modeli tamamlanmış bir sürecin en kısa sürede bilgisayara aktarımı ve sonuçların alınması sağlanmaya çalışılmıştır. Bu amaç ile, BİRİM adı verilen bir program paketi hazırlanmıştır. Birim programının yazımında esnek bir teknik, basit ve modüler bir yapı kullanılmıştır. Böylelikle bu program paketi olabildiğince değişik nitelikteki süreçlere uygulanabilecektir.



ŞEKİL 1. Süreç En İyileştirilmesinde Bilgi Akımı Sırası

KÜTLE VE ENERJİ DENCELERİNİN NÜMERİK ÇÖZÜM YÖNTEMLERİ VE BİRİM PROGRAMINDA KULLANILAN YÖNTEM

Bir süreçte  $m$  birim işlem, bu işlemlere giren ve çıkan  $n$  sayıda bileşen içeren  $p$  sayıda akım bulunursa, toplam değişken sayısı  $k$

$$k = p \times m \times n \dots\dots\dots (1)$$

olur.

Matematik modelin kurulması ile, tüm değişkenlerin ilişkisini belirleyen bağıntılar bulunur. Bu bağıntıların kullanılması ile süreç değişkenleri için genel SÜREÇ MATRİSİ düzenlenir. Böylelikle süreç kütle ve enerji akımlarının (değişkenlerinin) hesabı, süreç matrisinin nümerik hesap yöntemleri ile çözümü problemine indirgenmiş olur.

Ele alınan süreçte, bileşen, akım birim işlem sayısının küçük ölçüler içinde kaldığı durumlarda bile, genel süreç matrisi olağanüstü boyutlar almaktadır ve doğrudan nümerik çözüme geçilmesi pratik açıdan uygun değildir. Bu güçlük, genel süreç matrisine esas bağıntıların bölümlere ayrılması ile aşılr. Genel anlamda bölümlene, denklem sistemlerinin simultane olarak çözümlenebileceği en küçük sistemlerin (blokların) oluşturulmasıdır (*blok matrisleri*). Bu düzenleme olanağı, belirli bir denklem sistemi için tektir. Blok matrislerinin sıra ile çözümü genel süreç matrisinin çözümüne ulaştırır.

Süreçler, birbirlerinin etkileyen birim işlem sıralarından oluştuğu için, blok matrisleri, birim işlemin kütle ve enerji ilişkilerini tanımlayan birim matrisleri olarak düşünülebilir. Olağan koşullarda, birim ile ilişkili akım ve bileşen sayısı sınırlı olduğundan, birim matrislerinin büyüklükleri sınırlı, çözümleri kolaylaşmış olacaktır.

İncelenen süreçte geridönüş akımları bulunmazsa, süreç matrisi bir kare matris olur ve çözümü bir zorluk göstermez. Süreçte geridönüş akımlarının bulunması ile sisteme giren tüm değişkenler için yeterli sayıda bağımsız denklem bulunamaz. Bu durumda süreç matrisinin mertebesi düşer ve çözüme ulaşmak için yeni yaklaşımlar gerekir.

Geridönüş akımlı süreçlerde, kararlı hal için kütle ve enerji dengelerinin çözümünde başlıca iki yaklaşım yöntemi kullanılmaktadır. Bu yaklaşımların ilki, yakınsaklık bloku yönteminin uygulanmasıdır. Diğer bir yaklaşım *Nagiev* (5) tarafından geliştirilmiş ve daha çok organik sentezlerde karşılaşılan, çok bileşenli, çok akımlı birimler için kul-lanma alanı bulmuştur.

Bu çalışmada geliştirilen BİRİM programında yakınsaklık bloku yöntemi kullanılmıştır. Yakınsaklık bloku yönteminin uygulanması, süreçteki bir veya daha geridönüş akımına başlangıç değeri verilmesi (akım yarıltılması), bu değer ile süreç matrisinin çözümü (proses değerlendirilmesi ve iterasyon) ile başlamaktadır. İterasyonların devamı ile geridönüş akımının bir değere yaklaşımı kontrol edilerek sistemin kararlı hal değerlerinin çözümüne ulaşılır. Ön değer verilecek geridönüş akımlarının seçimi için çeşitli bilgisayar programları (6) geliştirilmişse de, en çok uygulanan yöntemin, sürecin tanımı ile elde edilen bilgilerden yararlanarak, seçimin önceden yapılmasıdır (7).

BİRİM programında yakınsaklık bloku yönteminin seçiminde bu yöntemin geniş uygulama alanı, basit mantığı, sürecin gerçek davranışını belirtmesi, dinamik programa geçiş kolaylığı, kararlı hale gelirken ara değerlerin elde edilebilmesi gözönüne alınmıştır. Yakınsama zorluğu olursa, uygulamada sürecin işletmeye alınışı ve arızadan çıkışı sırasında sorun yaratabileceği anlaşılır.

Yakınsaklık bloku yöntemi, makineye ağırlık veren bir çalışma şeklidir. Bilgisayarların gelişimi ile hesaplama sürelerinin kısalması ve hafıza kapasitelerinin artması, bu yöntemin gelecekte daha da önem kazanabileceğini göstermektedir.

### BİRİM PROGRAMIN YAPISI

BİRİM program paketinin hazırlanmasında, basitlik, çok amaçlılık, kolay kullanım, kolay değişiklik olanaklarının sağlanmasına çalışılmıştır.

Program paketi bir ana program ve buna bağlı olarak çok sayıda alt programdan oluşmaktadır.

Ana program kullanıcının istemlerine göre işlemlerin sekans sırasını belirlemektedir.

BİRİM'de her birim işlem için ayrı bir alt program yazılmıştır. Ayrıca verilerin yüklenmesi, yakınsaklık kontrolü, çeşitli kararların verilmesi, bu kararlara göre veri değişimi, sonuçların yazımı işlevlerinin yüklendiği çeşitli alt programlar bulunmaktadır.

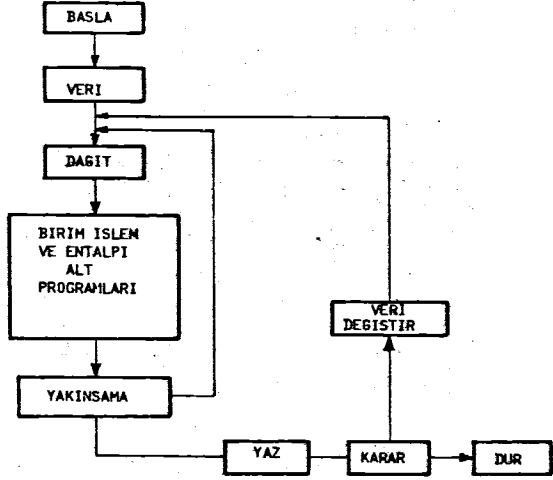
BİRİM program paketi, FORTRAN V program dili ile yazılmıştır. Bu program paketi, en çok 8 bileşenli, 50 akımın bulunduğu, 30 birim işlem içeren tüm süreçler için uygulanabilir. Bu program FORTRAN çözümleyicisi olan en az 50 k Byte hafıza kapasiteli bilgisayarlara uygulanabilir. Bilgisayar hafıza kapasitesinin yeterli olduğu durumlarda, daha büyük süreçler için gerekli düzenlemeler kolaylıkla yapılabilir.

ŞEKİL 2'de BİRİM ana programın basitleştirilmiş blok diyagramı görülmektedir.

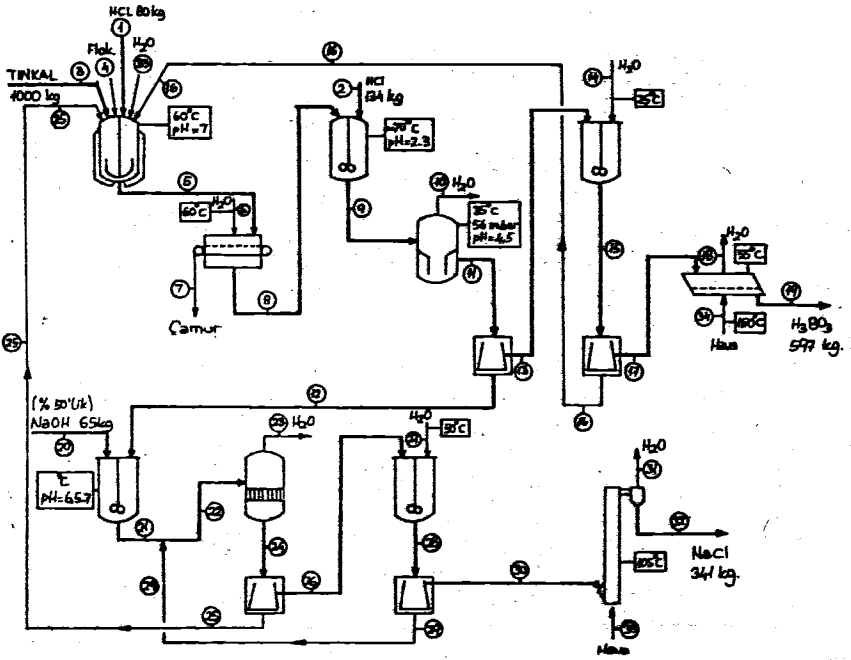
### BİR UYGULAMA ÖRNEĞİ

BİRİM program paketinin bir uygulama örneği olarak, tinkalden borik asit ve sodyum klorür üretimi (8) sürecinin kararlı haldeki kütle ve enerji akımlarının hesaplanması yapılmıştır.

Uygulanan sürecin akım şeması ŞEKİL 3'de, elde edilen sonuçlar TABLO 1'de verilmiştir.



ŞEKİL 2. BİRİM ana programının basitleştirilmiş blok diyagramı.



Şekil 3 - Tinkalden Borik Asit ve Sodyum Klorür Üretim Süreci Akım Şeması

2 TABLO 1 - TINKALDEN BORİK ASİT VE SODYUM KLORÜR ÜRETİM SÜRECİNİN KARARLI HALDEKİ KÜTLE VE ENERJİ AKIMLARININ DEĞERLERİ.

AKIM NİMAKAST AKIM İSMİ	1. REAKTİF			2. REAKTİF			3. HAM MADDE		
	M.A.	KÜTLE	RYÜZ	KÜTLE	RYÜZ	KÜTLE	RYÜZ	KÜTLE	RYÜZ
1 BİLESEN 1 SU	18.0	.0000	.00	.0000	.00	.0000	.00	.0000	.00
2 BİLESEN 2 RORİK ASİT	61.8	.0000	.00	.0000	.00	.0000	.00	.0000	.00
3 BİLESEN 3 SODYUM KLORÜR	58.0	.0000	.00	.0000	.00	.0000	.00	.0000	.00
4 BİLESEN 4 OKTARURAT	340.5	.0000	.00	.0000	.00	.0000	.00	.0000	.00
5 BİLESEN 5 HİDROKLORİK ASİT	36.5	80.3430	100.00	136.7231	100.00	.0000	.00	.0000	.00
6 BİLESEN 6 SODYUM HİDROKSİT	40.0	.0000	.00	.0000	.00	.0000	.00	.0000	.00
7 BİLESEN 7 TINKAL	381.4	.0000	.00	.0000	.00	.0000	.00	920.0000	92.00
8 BİLESEN 8 ÇÖZÜNMİYENLER	.0	.0000	.00	.0000	.00	.0000	.00	80.0000	8.00
TOPLAM AKIM (KG/S)		80.3430		136.7231		1000.0000			
SICAKLIK (°C)		25.00		25.00		25.00			25.00
BZGÜL İSİ		.80		.80		1.56			1.56

AKIM NİMAKAST AKIM İSMİ	4. FLOKİLAN			5. SLAMİYİKAMASUYU			
	M.A.	KÜTLE	RYÜZ	KÜTLE	RYÜZ	KÜTLE	RYÜZ
1 BİLESEN 1 SU	18.0	200.0000	100.00	3680.3810	60.54	300.0000	100.00
2 BİLESEN 2 RORİK ASİT	61.8	.0000	.00	.0000	.00	.0000	.00
3 BİLESEN 3 SODYUM KLORÜR	58.0	.0000	.00	893.4536	14.88	.0000	.00
4 BİLESEN 4 OKTARURAT	340.5	.0000	.00	638.3904	17.06	.0000	.00
5 BİLESEN 5 HİDROKLORİK ASİT	36.5	.0000	.00	.0000	.00	.0000	.00
6 BİLESEN 6 SODYUM HİDROKSİT	40.0	.0000	.00	.0000	.00	.0000	.00
7 BİLESEN 7 TINKAL	381.4	.0000	.00	.0000	.00	.0000	.00
8 BİLESEN 8 ÇÖZÜNMİYENLER	.0	.0000	.00	80.0000	1.51	.0000	.00
TOPLAM AKIM (KG/S)		200.0000		5292.2030		300.0000	
SICAKLIK (°C)		25.00		60.00		25.00	
BZGÜL İSİ		4.19		3.20		4.19	

\*\*\*\*\*

AKIM NIMAKAST	AKIM ISMI	SLAM	7.	8.	9.
RILESEN	M.A.	KUTLF	RYUZ	KUTLE	RYUZ
1 SU	1A.0	.0000	.00	3980.3810	72.21
2 HURIK ASTI	61.A	.0000	.00	.0000	.00
3 SUDYUM KLURUP	5A.4	.0000	.00	893.4336	16.21
4 OKTARUHAT	340.5	.0000	.00	638.3909	11.58
5 HIDAKLORIKASTI	36.5	.0000	.00	.0000	.00
6 SUDYHIDROKSIT	40.0	.0000	.00	.0000	.00
7 TINKAL	381.4	.0000	.00	.0000	.00
8 COZUMPEYFNILP	.0	80.0000	100.00	.0000	.00
TOPLAM AKIM(KG/S)		80.0000	57.58	5512.2030	88.02
SICAKLIK(OC)			.92	3.28	3.09
BZGUL ISI					

\*\*\*\*\*

AKIM NIMAKAST	AKIM ISMI	10.	11.	12.	
RILESEN	M.A.	KUTLF	RYUZ	KUTLE	RYUZ
1 SU	1A.0	.0000	.00	3608.8280	72.12
2 HURIK ASTI	61.A	.0000	.00	927.4812	5.65
3 SUDYUM KLURUP	5A.4	.0000	.00	1112.5800	22.23
4 OKTARUHAT	340.5	.0000	.00	.0000	.00
5 HIDAKLORIKASTI	36.5	.0000	.00	.0000	.00
6 SUDYHIDROKSIT	40.0	.0000	.00	.0000	.00
7 TINKAL	381.4	.0000	.00	.0000	.00
8 COZUMPEYFNILP	.0	.0000	.00	.0000	.00
TOPLAM AKIM(KG/S)		.0000	35.00	4959.0980	35.00
SICAKLIK(OC)			.00	3.29	3.29
BZGUL ISI					

\*\*\*\*\*



AKIM NUMAKASI  
AKIM ISMI

13.

14.  
YIKAMA SIYU

15.

AKIM ISMI	M.A.	KÜTLF	RYÜZ	KÜTLF	RYÜZ	KÜTLF	RYÜZ
1 SU	1A.0	32.3718	4.69	1000.0000	100.00	1032.3720	61.09
2 HURİK ASTI	61.A	647.4363	93.86	.0000	.00	647.4360	3A.31
3 SODYUM KLORÜR	5A.4	9.9800	1.45	.0000	.00	9.9800	.59
4 OKTARUPAT	340.5	.0000	.00	.0000	.00	.0000	.00
5 MİDEKLOKİKASTI	36.5	.0000	.00	.0000	.00	.0000	.00
6 SODYUMDİOKSİT	40.0	.0000	.00	.0000	.00	.0000	.00
7 TINKAL	361.4	.0000	.00	.0000	.00	.0000	.00
8 ÇUZUMMEYFİLE	.0	.0000	.00	.0000	.00	.0000	.00

TUPLAM AKIM(KG/S)  
SICAKLIK(°C)  
NİZGÜL İST

1000.0000 25.00  
1689.7880 28.54  
3.13

\*\*\*\*\*

AKIM NUMAKASI  
AKIM ISMI

16.

17.

1A.

## GERİDUNUSAKIMI

AKIM ISMI	M.A.	KÜTLF	RYÜZ	KÜTLF	RYÜZ	KÜTLF	RYÜZ
1 SU	1P.0	1002.5810	94.24	29.7909	4.76	29.7904	100.00
2 HURİK ASTI	61.A	51.6184	4.85	595.8176	95.19	.0000	.00
3 SODYUM KLORÜR	5P.0	9.6920	.91	.2880	.05	.0000	.00
4 OKTARUPAT	340.5	.0000	.00	.0000	.00	.0000	.00
5 MİDEKLOKİKASTI	36.5	.0000	.00	.0000	.00	.0000	.00
6 SODYUMDİOKSİT	40.0	.0000	.00	.0000	.00	.0000	.00
7 TINKAL	361.4	.0000	.00	.0000	.00	.0000	.00
8 ÇUZUMMEYFİLE	.0	.0000	.00	.0000	.00	.0000	.00

TUPLAM AKIM(KG/S)  
SICAKLIK(°C)  
NİZGÜL İST

1003.8910 28.54  
625.8962 28.54  
4.03 1.61  
55.00 4.19

\*\*\*\*\*

AKIM NUMARASI  
AKIM ISMI

19.  
ROPIK ASTI

20.  
MOTRMAD

21.

	M.A.	KUTLE	RYUZ	KUTLF	RYUZ	KUTLF	RYUZ
RIESEN							
1 SU	1R.0	.0000	.00	.0000	.00	.0000	74.12
2 ROPIK ASTI	61.A	595.8176	99.95	22.6453	50.00	.0000	.00
3 SUDYUM KLORUP	5A.0	.2880	.05	.0000	.00	1102.6000	27.03
4 OKTARURAT	340.5	.0000	.00	.0000	.00	192.7565	3.85
5 MIDKLOTRIKASTI	36.5	.0000	.00	.0000	.00	.0000	.00
6 SUDYUMDIKROKSIT	40.0	.0000	.00	22.6453	50.00	.0000	.00
7 TINKAL	361.4	.0000	.00	.0000	.00	.0000	.00
8 COZUMMEYENLER	.0	.0000	.00	.0000	.00	.0000	.00
TOPLAM AKIM(KG/S)		596.1055		45.2905		5000.3950	
SICAKLIK(OC)		55.00		25.00		36.95	
BZGUL IST		1.48		1.39		3.33	

\*\*\*\*\*

AKIM NUMARASI  
AKIM ISMI

22.

23.  
BUHARLSAN SU

24.

	M.A.	KUTLE	RYUZ	KUTLF	RYUZ	KUTLF	RYUZ
RIESEN							
1 SU	1R.0	4015.0660	73.90	1990.4250	100.00	2024.6410	58.81
2 ROPIK ASTI	61.A	.0000	.00	.0000	.00	.0000	.00
3 SUDYUM KLORUP	5A.0	1223.1120	22.51	.0000	.00	1223.1120	35.53
4 OKTARURAT	340.5	194.8569	3.59	.0000	.00	194.8569	5.66
5 MIDKLOTRIKASTI	36.5	.0000	.00	.0000	.00	.0000	.00
6 SUDYUMDIKROKSIT	40.0	.0000	.00	.0000	.00	.0000	.00
7 TINKAL	361.4	.0000	.00	.0000	.00	.0000	.00
8 COZUMMEYENLER	.0	.0000	.00	.0000	.00	.0000	.00
TOPLAM AKIM(KG/S)		5433.0310		1990.4250		342.6100	
SICAKLIK(OC)		36.90		60.00		60.00	
BZGUL IST		3.32		4.19		2.83	

\*\*\*\*\*

AKIM NUMARAST  
AKIM ISMI

25.  
GERIDONUSAKIMI

RILESEN	M.A.	KUTLF	RYUZ
1 SU	1A.0	2001.2450	67.86
2 RURIK ASTI	61.8	.0000	.00
3 SUDYUM KIURUR	5A.0	755.1412	25.61
4 OKTARUPAT	340.5	192.6052	6.53
5 HIKKLOKTKASTI	36.5	.0000	.00
6 SUDYHIDMKKSIT	40.0	.0000	.00
7 TINKAL	361.4	.0000	.00
8 COZUMFYFNLER	.0	.0000	.00

TOPLAM AKIM(KG/S) 2049.0420 60.00  
 SICAKLIK(OC) 60.00  
 BZGUL TST 3.13

\*\*\*\*\*

AKIM NUMARAST  
AKIM ISMI

28.

RILESEN	M.A.	KUTLF	RYUZ
1 SU	1A.0	323.3960	40.75
2 RURIK ASTI	61.8	.0000	.00
3 SUDYUM KIURUR	5A.0	467.9207	58.96
4 OKTARUPAT	340.5	2.2517	.28
5 HIKKLOKTKASTI	36.5	.0000	.00
6 SUDYHIDMKKSIT	40.0	.0000	.00
7 TINKAL	361.4	.0000	.00
8 COZUMFYFNLER	.0	.0000	.00

TOPLAM AKIM(KG/S) 793.5681 36.57  
 SICAKLIK(OC) 36.57  
 BZGUL TST 2.21

\*\*\*\*\*

26.

27.  
YIKAMASUYU

KUTLE	RYUZ
23.3960	4.74
.0000	.00
467.9207	94.80
2.2517	.46
.0000	.00
.0000	.00
.0000	.00
.0000	.00
.0000	.00
.0000	.00

093.5681 60.00 25.00  
 1.01 4.19

29.  
GERIDONUSAKIMI

KUTLE	RYUZ	KUTLF	RYUZ
306.0312	71.37	17.3647	0.76
.0000	.00	.0000	.00
120.6267	28.15	347.2939	45.21
2.1308	.50	.1209	.03
.0000	.00	.0000	.00
.0000	.00	.0000	.00
.0000	.00	.0000	.00
.0000	.00	.0000	.00
.0000	.00	.0000	.00

428.7886 36.57 36.57  
 3.23 1.01

AKIM NIIMARAST  
AKIM ISM

31.

RIIESEN  
1 SU 1R.0  
2 BURIK ASTI 61.8  
3 SUDYUM KLUPUR 5R.4  
4 OKTARDAT 340.5  
5 HJDKKLOKASTI 56.5  
6 SUDYHIDOKSIT 40.0  
7 TINKAL 361.4  
8 PUDUNMEYMER .0

KUTLF 17.3647  
.0000  
.0000  
.0000  
.0000  
.0000  
.0000  
.0000  
17.3647

BYUZ 100.00  
.00  
.00  
.00  
.00  
.00  
.00  
.00  
100.00

KUTLE .0000  
.0000  
.0000  
.0000  
.0000  
.0000  
.0000  
.0000  
347.2939  
1209  
.0000  
.0000  
.0000  
.0000  
347.4148

UNJLAVE SU

SUDYUMKLORURIK

32.

33.

BYUZ .00  
.00  
99.97  
.03  
.00  
.00  
.00  
.00  
BYUZ .00  
.00  
99.97  
.03  
.00  
.00  
.00  
.00  
347.2939  
1209  
.0000  
.0000  
.0000  
.0000  
347.4148

TUPLAM AKIM(KG/S)  
SICAKLATA(G)  
MUSUL ISI

17.3647 105.00  
4.19

347.4148 105.00  
.85

.0000 25.00  
.00

\*\*\*\*\*

RIPIM 1 TSIGFRFKSINIMI(KJ/S) 27982.00  
RIPIM 2 TSIGFRFKSINIMI(KJ/S) .00  
RIPIM 3 TSIGFRFKSINIMI(KJ/S) .00  
RIPIM 4 TSIGFRFKSINIMI(KJ/S) -7554.00  
RIPIM 5 TSIGFRFKSINIMI(KJ/S) .00  
RIPIM 6 TSIGFRFKSINIMI(KJ/S) .00  
RIPIM 7 TSIGFRFKSINIMI(KJ/S) .00  
RIPIM 8 TSIGFRFKSINIMI(KJ/S) 410.00  
RIPIM 9 TSIGFRFKSINIMI(KJ/S) .00  
RIPIM 10 TSIGFRFKSINIMI(KJ/S) .00  
RIPIM 11 TSIGFRFKSINIMI(KJ/S) 7345.00  
RIPIM 12 TSIGFRFKSINIMI(KJ/S) .00  
RIPIM 13 TSIGFRFKSINIMI(KJ/S) .00  
RIPIM 14 TSIGFRFKSINIMI(KJ/S) .00  
RIPIM 15 TSIGFRFKSINIMI(KJ/S) 4048.00

\*\*\*\*\*

## SONUÇ

Bu çalışmada hazırlanmış olan BİRİM program paketi, kimyasal süreçlerin kütle ve enerji benzetimlerinde büyük kolaylık sağladığı görülmüştür.

Örnek çalışmada verilmiş olan "Tinkalden hidrojen klorür ile borik asit ve sodyum klorür üretimi" sürecinin tasarımı ve en iyileştirme aşamalarında BİRİM programı kullanılmıştır. BİRİM programının kullanımını ile bu çalışmalara çabukluk ve etkinlik sağlamıştır.

Henüz başlangıç aşamasında olan bu çalışmanın tüm meslektaşlarımızın katkısı ile gelişmesi en içten dileğimizdir.

## REFERANSLAR

1. FLOWTRAN, Monsanto Co. Computerized Engineering Applications Dept., St. Louis, Missouri.
2. Babrow, S. ve ark. DYNYSYS, Dept. of Chem.Engng., Mc Master Univ. Hamilton Ontario, Canada.
3. Shannon, P.T.: PACER, Dartmouth College, Hannover, New Hampshire.
4. Wells, G.L., Robson, D.M.: Computation for Process Engineers, Leonard Hill Books Co. (1973).
5. Nagiev, M.F.: The Theory of Recycle Processes in Chemical Engineering, Pergamon Press (1964).
6. Kuru, S., Hortaçsu, Ö.: Proses Akım Şeması Sıralanması için Bir Yöntem, VI. Bilim Kongresi, Müh.Araş.Grubu Tebliğleri (Kimya Seksiyonu) İzmir (1977).
7. Henley, E.J., Rosen, E.M.: Material and Energy Balance Computations, s. 153, John Wiley and Sons Inc. (1969).
8. Kocakuşak, S., Yalaz, N., Kalafatoğlu, E., Emir, B.D., Tolun, R., Tinkal Konsantresinden Borik Asit ve Sodyum Hidroksit Üretimi, VII. Bilim Kongresi, Müh.Araş.Grubu (Kimya Bölümü) İzmir 1980.

## TEŞEKKÜR

Bu çalışmanın yapılmasında büyük destek olan ve değerli katkılarını esirgemeyen Bölüm Başkanımız Sayın Prof.Dr. Raşit TOLUN'a ve bilgisayar çalışmalarında yardımcı olan tüm Marmara Araştırma Enstitüsü Bilgi İşlem Merkezi çalışanlarına teşekkürü borç biliriz.