

I.CİLT		
1. Giriş		1
2. Boyut Küçültme Yasaları		9
2.1	Boyut küçültmenin amacı	9
2.2	Boyut küçültme makineleri	12
2.3	Boyut küçültmede enerji tüketimi	13
2.4	Boyut küçültme prensipleri	15
2.5	Boyut küçültme yasaları	17
2.5.1	Rittinger yasası	17
2.5.2	Kick yasası	17
2.5.3	Charles yasası	17
2.5.4	Bond yasası	18
2.5.5	Holmes yasası	18
2.5.6	Hukki yasası	18
2.6	Boyut küçültme testleri	19
2.6.1	Bilyalı değirmen iş indeksi belirleme yöntemleri	20
2.6.1.1	Bond yöntemi	20
2.6.1.2	Berry ve Bruce yöntemi	24
2.6.1.3	Smith ve Lee yöntemi	25
2.6.1.4	Horst ve Bassarear yöntemi	25
2.6.1.5	Kapur yöntemi	26
2.6.1.6	Karra yöntemi	28
2.6.1.7	Yashima yöntemi	28
2.6.1.8	Anaconda yöntemi	29
2.6.1.9	Hardgrove yöntemi	32
2.6.1.10	Magdalinoviç yöntemi	33
2.6.1.11	U.S. Bureau of Mines yöntemi	34
2.6.1.12	F.L. Smidth yöntemi	34
2.6.2	Çubuklu değirmen öğütülme testi	35
2.6.3	Aşınma indeksi testi	36
2.6.3.1	Bond aşınma indeksi testi	37
2.6.3.2	Los Angeles aşınma indeksi testi	40
2.6.4	Darbe iş indeksi testi	42
2.6.4.1	Bond darbe iş indeksi testi	42
2.6.4.2	Narayanan ve Wsiten's darbe testi	43
2.6.5	JKMRC Düşürme testi	44
2.6.6	SMC düşürme testi	45
2.6.7	Hopkinson çarpma testi	48
2.6.8	Otojen öğütme testi	49
2.6.9	Çakıl değirmen testi	50
3. Kırma		51
3.1	Döner kırıcılar	52
3.1.1	Döner kırıcıların çalışma prensibi	52
3.1.2	Döner kırıcı çeşitleri	54
3.1.3	Küçültme oranı ve kapasitesi	56
3.2	Çeneli kırıcılar	58
3.2.1	Çalışma prensibi	58
3.2.2	Kavrama açısı	59
3.2.3	Çeneli kırıcı çeşitleri	62
3.2.4	Küçültme oranı ve kapasite	64
3.2.5	Çeneli ve döner kırıcıların karşılaştırılması	69
3.3	Darbeli kırıcılar	70
3.3.1	Çalışma prensibi	71
3.3.2	Darbeli kırıcı çeşitleri, küçültme oranları ve kapasiteleri	71
3.4	Otojen kırıcılar	77
3.5	Konik kırıcılar	79

CEVHER HAZIRLAMA VE ZENGİNLEŞTİRME I. CİLT

3.5.1	Konik kırıcıların çalışma prensibi	80
3.5.2	Konik kırıcı anma boyutu ve kırıcı çeşitleri	80
3.5.3	Küçültme oranları ve kapasite	84
3.5.4	Konik kırıcı çıkış açıklığı ayarı ve koruma sistemleri	86
3.6	Rulolu kırıcılar	87
3.7	Klinker kırıcıları	90
3.8	Boyutlandırıcı	91
3.9	Donmuş malzeme kırıcıları	91
3.10	Kırıcı ve kırıcı devrelerinin seçimi	92
3.10.1	Kırılacak malzemenin özellikleri	92
3.10.2	Kırıcı seçimi	93
3.10.3	Kırma devrelerinin kapasitesi	98
3.10.4	Malzemenin stoklanması ve ara stoklar	98
3.10.5	Kırma devreleri	100
3.10.6	Elek seçimi	101
3.10.7	Hareketli kırıcı devreleri	103
3.11	Stoklama ve harmanlama	104
3.12	Toz toplama sistemleri	108
3.12.1	Toz tutma siklonları	109
3.12.2	Kuru toz tutucular	109
3.12.3	Yaş toz tutucular	110
3.12.4	Elektrostatik toz tutucular	112
3.12.5	Ultrasonik toz tutucular	112
3.12.6	Bez torbalı filtreleri	113
4. Eleme	.....	115
4.1	Elemanın sınıflandırılması	115
4.1.1	Boyuta göre sınıflandırma	115
4.1.2	Susuzlandırma	115
4.1.3	Şlam temizleme	116
4.1.4	Katı kazanımı	116
4.1.5	Yıkama	116
4.1.6	Taşıma	116
4.2	Boyut dağılımı	116
4.3	Elemanın teorik açıklaması	117
4.4	Eleklerin sınıflandırılması	119
4.5	Eleklerin hareket sistemleri	125
4.6	Elemeyi etkileyen belirleyiciler	127
4.7	Endüstriyel elemeye etkinlik	132
4.8	Eleme devrelerinde devreden yük	134
4.9	Elek analizlerinin değerlendirilmesi	138
4.9.1	Boyut dağılımının grafiksel değerlendirilmesi	141
4.9.1.1	Logaritmik-lineer ölçekli grafik	143
4.9.1.2	Gaudin-Schuhmann grafiği	144
4.9.1.3	Rossin-Rammler / Weibull grafiği	146
4.9.1.4	Logaritmik-olasılık grafiği	148
4.9.2	Yüzey alanı	149
4.9.3	Boyut dağılımının matematiksel değerlendirilmesi	149
4.10	Elek seçimi için gerekli bilgiler	150
4.11	Elek yüzey alanının hesaplanması	150
4.12	Elek etkinliğinin hesaplanmasına sayısal örnek	156
4.13	Devreden yük hesaplanmasına sayısal örnek	156
4.14	Devreden yük hesaplanmasına sayısal örnek	157
4.15	Elek yüzey alanının hesaplanmasına sayısal örnek	158
4.16	Elek serileri	160
5. Öğütme	.....	161
5.1	Serbestleşme boyutu	162
5.2	Değirmen çeşitleri	166

CEVHER HAZIRLAMA VE ZENGİNLEŞTİRME I. CİLT

5.2.1	Valsli değirmenler	167
5.2.1.1	Sarkaç rulolu değirmenler	168
5.2.1.2	Loesche değirmenler	170
5.2.1.3	Atox değirmenler	171
5.2.1.4	Dikey rulolu değirmenler	172
5.2.1.5	Bilyalı dik değirmenler	173
5.2.1.6	Konik yataklı rulolu değirmenler	174
5.2.2	Yatay valsli değirmenler	174
5.2.3	Yüksek basınçlı öğütme ruloları	176
5.2.4	Kule değirmenler	178
5.2.5	Karıştırmalı değirmenler	179
5.2.6	Akışkan enerjili değirmenler	181
5.2.7	Titreşimli değirmenler	182
5.2.8	Kafes değirmenler	182
5.2.9	Çubuklu değirmenler	183
5.2.9.1	Çubuklu değirmen besleme sistemleri	184
5.2.9.2	Çubuklu değirmen boşaltma sistemleri	186
5.2.9.3	Küçültme oranı	186
5.2.9.4	Çubuklu değirmen kapasitesi	187
5.2.9.5	Çubuklu değirmen güç hesaplanması	189
5.2.9.6	Çubuklu değirmenlerde çubuk şarjı	190
5.2.9.7	Çubuk çapının hesaplanması	191
5.2.9.8	Çubuk yapısı	192
5.2.9.9	Çubuk tüketimi	193
5.2.10	Otojen değirmenler	193
5.2.10.1	Otojen değirmenlerde besleme sistemi	193
5.2.10.2	Otojen değirmenlerde malzeme hareketi	194
5.2.10.3	Otojen değirmenlerde boşaltma sistemleri	195
5.2.10.4	Otojen değirmen çeşitleri	196
5.2.10.5	Otojen değirmenle ilgili diğer ilgiler	196
5.2.11	Yarı otojen değirmenler	199
5.2.12	Bilyalı değirmenler	200
5.2.12.1	Bilyalı değirmen besleme sistemleri	200
5.2.12.2	Bilyalı değirmen boşaltma sistemleri	201
5.2.12.3	Bölmeli bilyalı değirmenler	202
5.2.12.4	Konik bilyalı değirmenler	206
5.2.12.5	Çakıl değirmenler	207
5.2.12.6	Bilyalı değirmenlerde öğütücü	207
5.2.12.7	Bilya çapının hesaplanması	209
5.2.12.8	Bilya apısı	213
5.2.12.9	Bilya tüketimi	215
5.2.12.10	Bilyalı değirmenlerin kapasitesi	217
5.2.12.11	Değirmenlerin çektiği güç	219
5.2.12.12	Bilyalı ve çubuklu değirmenlerde kritik hız	223
5.2.12.12.1	Kritik hızın hesaplanması	224
5.2.12.12.2	Kritik hızın öğütmeye etkisi	226
5.2.12.13	Bilyalı ve çubuklu değirmenler öğütücü ortamın hacmi	228
5.2.12.14	Değirmen içinde malzemenin kalış süresi	229
5.2.12.15	Değirmen astarları	230
5.2.12.15.1	Döküm astarlar	235
5.2.12.15.1.1	Martensitik yüksek C'lu Cr-Mo'lu çelik döküm	235
5.2.12.15.1.2	Martensitik yüksek C'lu beyaz dökme demir	235
5.2.12.15.1.3	Martensitik Cr-Mo'lu beyaz döküm	236
5.2.12.15.1.4	Martensitik Ni-Cr'lu beyaz demir döküm	236
5.2.12.15.1.5	Perlitik beyaz döküm	236
5.2.12.15.1.6	Perlitik yüksek C'lu çelik	236
5.2.12.15.1.7	Mart. Orta C'lu Cr-Mo'lu dövme veya döküm çelik	237

CEVHER HAZIRLAMA VE ZENGİNLEŞTİRME I. CİLT

5.2.12.15.1.8	Perlitik yüksek C'lu Cr-Mo'lu çelik döküm	237
5.2.12.15.1.9	Ostenitik 6 Mn – 1 Mo çelik döküm	237
5.2.12.15.1.10	Ostenitik 12 Mn'lı çelik döküm	238
5.2.12.15.2	Lastik ve poliüretan astarlar	238
5.2.12.15.3	Değirmenlerde lastik astar uygulamaları	244
5.2.12.15.3.1	Sherman tesisi öğütme devresi	244
5.2.12.15.3.2	Tilten demir cevheri konsantrasyon tesisi öğütme devresi.....	247
5.2.12.15.3.3	Empire demir cevheri zenginleştirme tesisi öğütme devresi...	249
5.2.12.15.4	Türkiye'de değirmenlerde lastik astar uygulamaları	251
5.2.12.15.5	Manyetik astarlar	252
5.2.12.15.6	Alumina ve seramik astarlar	253
5.2.12.15.7	Astar aşınmaları	255
5.3	Pülpa viskozitesi ve yoğunluğu	256
5.4	Devreden yük	258
5.5	Çubuklu ve bilyalı değirmenlerde hareket sistemi	261
5.6	Öğütme uygulamaları	263
5.6.1	Kuru öğütme	264
5.6.1.1	Klinker öğütme	266
5.6.1.2	Bilyalı değirmenlerde çimento öğütme süresi	271
5.6.1.3	Çimento sektöründe kullanılan öğütücüler	271
5.6.2	Sulu öğütme	273
5.7	Madde dengesi	276
5.8	Öğütmede kullanılan katkı maddeleri	277
5.9	Değirmen gövde, alın ve ara bölme malzemeleri	278
5.10	Öğütülen cevherin temizlenmesi	278
5.11	Değirmen boyutlandırılması	279
5.11.1	Kuru öğütme katsayısı, EF ₁	281
5.11.2	Açık devre öğütme katsayısı, EF ₂	282
5.11.3	Değirmen çap katsayısı, EF ₃	282
5.11.4	İri boyut katsayısı, EF ₄	283
5.11.5	İnce boyut katsayısı, EF ₅	283
5.11.6	Çubuklu değirmen küçültme katsayısı, EF ₆	284
5.11.7	Bilyalı değirmen küçültme katsayısı, EF ₇	284
5.11.8	Çubuklu değirmen katsayısı, EF ₈	284
5.12	Değirmen maliyetleri	285
5.12.1	Maliyet analiz yöntemleri	285
5.12.1.1	Maliyet-kapasite yöntemi	285
5.12.1.2	Tesis maliyet-oran yöntemi	285
5.12.1.3	Tesis bölümleri maliyet-oran yöntemi	285
5.12.1.4	Büyükölçü oranı maliyet yöntemi	286
5.12.1.5	Malzeme-maliyet eğrileri	286
5.12.2	Değirmen yatırım maliyetleri	287
5.12.2.1	Malzeme maliyetleri	287
5.12.2.2	Montaj maliyetleri	290
5.12.2.3	Değirmen işletme maliyetleri	290
5.12.2.4	Elektrik giderleri	290
5.12.2.5	Öğütücü maliyetleri	291
5.12.2.6	Astar maliyetleri	291
5.12.2.7	İşçilik maliyetleri	292
5.12.2.8	Bakım ve yedek parça maliyetleri	292
5.13	Çubuklu ve bilyalı değirmenlerin devreye alınması	292
5.14	Öğütmede açığa çıkan ısınin hesaplanması	296
5.15	Değirmenler ile ilgili genel bilgiler	296
5.16	Değirmen boyutlandırılması için sayısal örnekler	299
5.16.1	Çubuklu değirmen boyutlandırılması	303
5.16.2	Bilyalı değirmen boyutlandırılması	306
5.16.3	Bölmeli bilyalı değirmen boyutlandırılması	311

CEVHER HAZIRLAMA VE ZENGİNLEŞTİRME I. CİLT

5.16.4	İnce kuru öğütme bilyalı değirmen boyutlandırılması	315
5.16.5	Bilyalı değirmen boyutlandırılması	318
5.16.6	Tek kademeli bilyalı değirmen boyutlandırılması	320
5.16.7	İnce öğütme bilyalı değirmen boyutlandırılması	323
5.16.8	Kuru öğütme bilyalı değirmen boyutlandırılması	325
5.16.9	Bölmeli değirmen kapasite hesabı	327
5.16.10	Öğütücü ortam hacminin hesaplanması	327
5.17	Bölümün sonucu	328
6. Sınıflandırma		329
6.1	Sınıflandırmanın temel esasları	333
6.1.1	Serbest çökme	334
6.1.2	Engelli çökme	336
6.2	Hidrolik sınıflandırıcılar	338
6.3	Hidrosiklonlar	341
6.3.1	Siklonun yapısı	341
6.3.2	Siklonların çalışma prensibi	342
6.3.3	Siklon değişkenleri	345
6.3.4	Siklon eşitlikleri	346
6.3.5	Siklon çapı ve sayısının belirlenmesi	347
6.4	Mekanik sınıflandırıcılar	349
6.4.1	Spiral sınıflandırıcılar	349
6.4.2	Taraklı sınıflandırıcılar	352
6.4.3	Katı merkezkaç sınıflandırıcılar	352
6.4.4	Sulu sınıflandırıcı etkinliği	353
6.4.5	Hidrosiklon etkinliğine sayısal örnek	357
6.4.6	Devreden yükün hesaplanmasına sayısal örnek	360
6.5	Havali sınıflandırıcılar	362
6.5.1	Sınıflandırıcı çeşitleri	362
6.5.2	Öğütme-sınıflandırma devreleri	369
6.5.3	Havali sınıflandırıcıların etkinliği	371
6.5.4	Devrelerinde yük	379
7. Zenginleştirme		381
7.1	Yerçekimi yöntemi ile zenginleştirme	382
7.1.1	Sarsıntılı masalar	384
7.1.1.1	Klasik sarsıntılı masalar	385
7.1.1.2	Bartles-Mozley zenginleştirme masaları	390
7.1.1.3	Bartles zenginleştirme bandı	392
7.1.1.4	Gemeni masaları	393
7.1.1.5	Havali masalar	394
7.1.2	Stripa ağır ortam ayırıcısı	395
7.1.3	Jigler	396
7.1.4	Humprey spirali	404
7.1.5	Reichert konileri	405
7.1.6	Falcon zenginleştirici	406
7.1.7	Yüksek yerçekimli ayırıcılar	407
7.1.8	Knelson zenginleştirme makineleri	410
7.2	Manyetik zenginleştirme	412
7.3	Elektrostatik zenginleştirme	429
7.4	Ağır mineral kazanımı	431
7.5	Flotasyon	436
7.5.1	Flotasyonun teorisi	436
7.5.2	Flotasyonun kimyasalları	438
7.5.2.1	Toplayıcılar	438
7.5.2.1.1	Anyonik toplayıcılar	442
7.5.2.1.2	Katyonik toplayıcılar	443
7.5.2.2	Köpük yapıcılar	443
7.5.2.3	Flotasyon düzenleyicileri	444

CEVHER HAZIRLAMA VE ZENGİNLEŞTİRME I. CİLT

7.5.2.3.1	Aktifleştiriciler	444
7.5.2.3.2	Bastırıcılar	445
7.5.2.3.3	pH ayarlayıcılar	445
7.5.3	Kıvamlandırma tankları	446
7.5.4	Flotasyon hücreleri	447
7.5.5	Kolon flotasyonu	449
7.5.6	Akıllı flotasyon hücreleri	450
7.5.7	Flotasyon devreleri	451
7.5.8	Flotasyon hücre sayı ve hacim hesaplamaları	453
7.5.9	Laboratuvar flotasyon çalışmaları	456
7.5.10	Flotasyon ile ilgili bazı bilgiler	457
7.6	Özütleme yöntemiyle zenginleştirme	457
7.7	Optik ayırma	466
8. Susuzlandırma	.....	473
8.1	Koyulaştırma.....	473
8.1.1	Koyulaştırma havuzları	473
8.1.1.1	Ortadan destekli koyulaştırıcı havuzları	474
8.1.1.2	Kenardan hareket sistemli koyulaştırma havuzları	475
8.1.1.3	Köprü tipi koyulaştırıcı havuzları	476
8.1.1.4	Katlı koyulaştırıcı havuzları	476
8.1.1.5	Yüksek kapasiteli koyulaştırma havuzları	477
8.1.1.6	Lamella koyulaştırıcılar	477
8.1.1.7	Silindirik koyulaştırıcı	479
8.1.1.8	Reaktör koyulaştırıcılar	480
8.1.1.9	Ters akımlı koyulaştırıcılar	480
8.1.2	Salkımlaşma	481
8.1.3	Koyulaştırıcı tarafları	483
8.1.4	Koyulaştırma havuzunun boyutlandırılması	483
8.1.5	Koyulaştırıcı devreleri	488
8.1.6	Koyulaştırıcı besleme sistemleri	488
8.1.7	Koyulaştırıcılarla ilgili bilgiler	489
8.1.8	Koyulaştırıcı havuzlarının boyutlandırılması: Sayısal örnek I	491
8.1.9	Koyulaştırıcı havuzlarının boyutlandırılması: Sayısal örnek II	491
8.2 Filtreleme	.....	494
8.2.1	Filtre seçimi	494
8.2.2	Cevher hazırlama tesislerinde kullanılan filtreler	497
8.2.2.1	Vakum filtreler	497
8.2.2.1.1	Tamburlu vakum filtreler	497
8.2.2.1.2	Diskli vakum filtreler	499
8.2.2.1.3	Filtre bezli yatay konveyörler	500
8.2.2.1.4	Vakum filtrelerde sıvı-hava ayırımı	501
8.2.2.2	Basınçlı filtreler	503
8.2.2.2.1	Basınçlı tüp filtreler	507
8.2.2.2.2	Kapalı sistem basınçlı filtreler	508
8.2.2.2.3	Sıkıştırılmalı bantlı yatay filtreler	508
8.2.2.3	Yerçekiminin kullanıldığı filtreler	509
8.2.2.3.1	Filtre bezli yatay konveyörler	509
8.2.2.3.2	Yatay tavalı filtreler	510
8.2.2.3.3	Yatay tablalı vidalı boşaltmalı filtreler	510
8.2.2.4	Merkezkaç kuvvetinin uygulandığı filtreler	511
8.3	Filtre bezleri	515
8.4	Spiral susuzlandırıcılar	516
8.5	Siklon-elek susuzlandırma devreleri	516
8.6	Yıkama-susuzlandırma tamburları	517
8.7	Kurutma.....	518
8.7.1	Kurutma sistemleri	519
8.7.2	Isı hesaplamaları	523

9. Atık yönetimi	525
9.1 Atık bertaraf yöntemleri	525
9.1.1 Atık çeşitleri	525
9.1.1.1 Katı atıklar	525
9.1.1.2 Sulu atıklar	526
9.1.2 Atık yönetiminin amacı	526
9.2 Yerine, yapım biçimi ve yerleşim düzenine göre atık yönetimi	528
9.2.1 Yerüstünde atık yönetimi	528
9.2.2 Yeraltı ocaklarında atık bertarafı	528
9.2.3 Derin deniz dibi boşaltma atık bertarafı	528
9.3 Atık bertaraf seçeneklerinin değerlendirilmesi	529
9.4 Atık barajları	530
9.4.1 Baraj çeşitleri	531
9.4.2 Baraj yenilmeleri	535
9.4.2.1 Zemin kayma yenilmeleri	536
9.4.2.2 Sıvılaşma nedeniyle baraj yenilmesi	537
9.4.2.3 Su seviyesinin etkisiyle baraj yenilmesi	537
9.4.2.4 Aşma sonucu baraj yenilmesi	537
9.4.2.5 Sızıntıdan kaynaklanan baraj yenilmesi	538
9.4.2.6 Hızlı dolgudan kaynaklanan baraj yenilmesi	539
9.4.2.7 Dairesel ve düzlemsel kaymalar	539
9.4.3 Atık boşaltma yöntemleri	541
9.4.4 Barajdan su alma sistemleri	541
9.5 Atık barajlarının iyileştirilmesi	544
9.6 Bölüm sonucu	546
10. Üretim süreci yönetimi	547
10.1 Cevher denkliği	547
10.2 Üretim süreci denetim ve yönetiminin gerekliliği	548
10.3 Süreç denetim ve yönetim sistemleri	549
10.4 Süreç denetim ve yönetim verileri	550
10.5 Ölçüm cihazları çalışma prensipleri	551
10.6 Süreç denetim ve yönetim döngüleri	552
10.7 Öğütme devrelerinde süreç denetim ve yönetimi	556
10.7.1 Öğütme devrelerinde süreç denetim ve yönetim verileri	557
10.7.2 Öğütme devrelerinde süreç denetim ve yönetimi uygulamaları	558
10.7.3 Öğütme devrelerinde süreç denetim ve yönetimi ile ilgili örnekler	560
10.8 Flotasyon devrelerinde süreç denetim ve yönetimi	562
10.9 Kitleme sistemleri	567
11.Örnekleme	569
11.1 İstatistiğin temel kavramları	569
11.2 İstatistiksel bilgilerin değerlendirilmesi	570
11.2.1 Aritmetik ortalama	571
11.2.2 Ağırlıklı ortalama	571
11.2.3 Geometrik ortalama	572
11.2.4 Harmonik ortalama	572
11.2.5 Analitik olmayan merkezi eğilim ölçüleri	573
11.2.6 Çan eğrisi	576
11.2.7 Hata	578
11.2.7.1 Hata çeşitleri	578
11.2.7.2 Hataların azaltılması	578
11.3 İstatistiksel yaklaşımların değerlendirilmesi	579
11.3.1 Madencilikte örnek almak	579
11.3.1.1 Sayısal örnek 1	590
11.3.1.2 Sayısal örnek 2	592
11.3.1.3 Sayısal örnek 3	595
11.3.2 Madencilikte örnek alma ile ilgili uygulamalar	596
11.3.3 Örnek alma uygulamaları	598

CEVHER HAZIRLAMA VE ZENGİNLEŞTİRME I. CİLT

11.3.3.1	Kırılmış cevher yığınınından örnek almak	598
11.3.3.2	Konsantre yığınınından örnek almak	599
11.3.3.3	Tesislerde örnek almak	600
11.4	Örnek bölmek	603
11.5	Ölçüm yöntemleri	605
11.5.1	Örnek neminin ölçülmesi	605
11.5.2	Bant kapasitesinin ölçümü	605
11.5.3	Yoğunluk ölçümü	606
11.5.4	Yığın yoğunluğunun ölçümü	606
11.5.5	Yığın hacminin hesaplanması	607
11.6	Bölümün sonucu	608
12.Su		609
12.1	Suyun doğada hareket döngüsü	609
12.2	Suyun özellikleri	610
12.3	Suyun sertliğinin giderilmesi	611
12.3.1	Suyun havalandırılması	614
12.3.2	Kimyasal çöktürme	616
12.3.3	Suyun CO ₂ gereksinimi	617
12.3.4	Suyun karbonat sertliğinin giderilmesi	617
12.3.5	Sudaki diğer sertlik bileşenlerinin giderilmesi	617
12.3.6	Suyun tekrar karbonatlaştırılması	618
12.4	Suyun sertliğinin giderilmesinde kullanılan maddeler	618
12.4.1	Kireç	618
12.4.2	Soda külü	619
12.4.3	Kostik soda	619
12.4.4	İyon değiştirme ile suyun sertliğinin giderilmesi	619
12.5	Sudaki demir ve manganez iyonlarının kontrolü	621
12.6	Suyun sertliğinin giderilmesinde uygulanan diğer yöntemler	623
12.6.1	Filtreleme ile suyun sertliğinin giderilmesi	623
12.6.2	Elektroliz yöntemi ile suyun sertliğinin giderilmesi	623
12.6.3	Buharlaştırma-yoğunlaştırma ile suyun sertliğinin giderilmesi	624
12.7	Suyun doygunluk derecesinin ölçülmesi	624
12.7.1	Mermer tozu doygunluk testi	624
12.7.2	Langelier doyma indeksi	624
12.7.3	Ryznar duraylılık indeksi	626
12.8	Sertlik dereceleri	627
12.9	Bölüm sonucu	627
13. Pompa ve donanımları		629
13.1	Pompalar	630
13.1.1	Pompa fanları	633
13.1.2	Akışkanlar	633
13.1.3	Pülpün özellikleri	635
13.1.4	Pompa devreleri	636
13.1.5	Flotasyon devrelerinde pompa kullanımı	639
13.1.6	Pompa gövdeleri	640
13.1.7	Pompa havuzları	640
13.1.8	Pompalarda aşınma	642
13.1.9	Pülp pompalarında sızdırmazlık	643
13.1.10	Koç darbesi	645
13.1.11	Pompa hesaplamaları	646
13.1.11.1	Boru hatlarındaki ıreñçler	647
13.1.11.2	Boru hatlarındaki yükseklik kayıpları	648
13.1.11.3	Boru çıkışındaki kayıplar	651
13.1.11.4	Pompa girişindeki kayıplar	651
13.1.11.5	Basma hattındaki çap değişiminden kaynaklanan kayıplar	651
13.1.11.6	Pompanın beslediği makinelerdeki kayıplar	651
13.1.11.7	Borudaki sürtünme kayıpları	652

CEVHER HAZIRLAMA VE ZENGİNLEŞTİRME I. CİLT

13.1.11.8	Pülp içindeki katının çökmesi	653
13.1.11.9	Dinamik yükseklik	656
13.1.11.10	Pompaların seri çalıştırılması	659
13.1.11.11	Pompaların paralel çalıştırılması	661
13.1.12	Pompaların anma boyutu	662
13.1.13	Pompaların etkinliği	662
13.1.14	Temiz su hattında sürtünme kayıplarının hesaplanması: Örnek 1	663
13.1.15	Pülp pompalama hesaplaması: Örnek 2	664
13.2	Vana ve çekvalfler	668
13.2.1	Vanalar	668
13.2.1.1	Klasik vanalar	669
13.2.1.2	Küresel vanalar	669
13.2.1.3	Kelebek vanalar	670
13.2.1.4	Sürgülü vanalar	670
13.2.1.5	Diyaframlı vanalar	670
13.2.1.6	Pinch vanalar	670
13.2.1.7	Taylor vanaları	671
13.2.1.8	Kademeli vanalar	671
13.2.2	Çek valfler	671
13.3	Bölüm sonucu	673
14. Korozyon	.....	675
14.1	Suyun korozyon etkisi	675
14.2	İç korozyon	676
14.2.1	Korozyon kimyası	676
14.2.2	Anot'daki tepkimeler	677
14.2.3	Katot'daki tepkimeler	677
14.3	Dış korozyon	678
14.3.1	Elektroliz	678
14.3.2	Korozyon hücreci	679
14.3.3	Galvanik korozyon	679
14.4	Suyun özelliklerinin korozyonun etkisi	680
14.5	Korozyona karşı alınacak önlemler	682
14.5.1	Korozyona karşı kimyasal önlemler	684
14.5.2	Korozyona karşı fiziksel önlemler	684
14.5.2.1	Galvanik katodik koruma	684
14.5.2.2	Dış akım kaynaklı katodik koruma sistemi	685
14.6	Metallerde korozyon	689
14.7	Korozyon çeşitleri	691
14.7.1	Düzensiz dağılımlı korozyon	691
14.7.2	Galvanik korozyon	692
14.7.3	Çukurlaşma korozyonu	693
14.7.4	Aralık ve çatlak korozyonu	693
14.7.5	Metal yapı dokuları arasındaki korozyon	694
14.7.6	Aşınma korozyonu	694
14.7.7	Erozyon korozyonu	695
14.7.8	Gerilme ve yorulma korozyonu	695
14.8	Korozyon kontrolü	696
14.9	Bölüm sonucu	698
I.Cildin ekleri	.....	699
Kaynaklar	.....	709
İndeks	.....	721