

# *Silo, Bunker, Ambarlarda ve Tumbalarında Akış Sağlayıcı Sistemler*

Metin ÖZDOĞAN (\*)

## 1. GİRİŞ

Maden İşletmelerinde karşılaşılan en büyük sorunlardan biri de silo ve ambarlarda ve tumbalarda meydana gelen tıkanmalardır. Tesis kapasitesi ne kadar büyük olursa olsun üretim miktarını etkileyen, bu tıkanıklıklar ve malzemenin tumbadan geçiş hızıdır. Öyle anlar olur ki maden mühendisi çaresiz kalır. Bu sorun Özellikle kömür işletmelerinde daha da yaygındır. Kömür ıslak veya nemli olduğu zaman, bu tıkanıklıklar kaçınılmazdır. GLİ Tunçbilek Bölgesi ele me-ay ıklama tesisi silolarında, lav-

var ve termik santral bunkerlerinde de bu tür güçlüklerle karşılaşmakta ve önemli ölçüde iş ve zaman kayıplarına neden olmaktadır. Aynı sorunlardan ötürü, GLİ ve ETİBANK açık işletmelerinde lağımlama işlerinde kullanılmak üzere satın alınan ANFO kamyonlar da kullanılamamıştır. Öfkemizde üretilen teknik amonyum nitrat tanklar da köprüleme oluşturmuş ve serbest akış sağlanamamıştır.

Silo, bunker, tank ve tumbalarda çok sık meydana gelen, üretimi ve çalışmayı önemli bir biçimde aksatan bu akış zorluklarına ve sorunlarına çare bulmak üzere çeşitli çalışmalar ve araştırmalar yapılmış ve bazı yöntem ve aygıtlar geliştirilmiştir. Bu

(\*) Maden Yük. Müh.

yazıda bunlar incelenmeye çalışılmış ve somut uygulama olanakları önerilmiştir.

Çağdaş yöntemlerle bu sorunlara büyük ölçüde çözüm bulmak mümkündür.

## 2. TUMBALARDA MALZEME AKIŞINI (GEÇİŞİNİ) SAĞLAYICI SİSTEMLER

Lavvar, kırblaj, cevher hazırlama, vb. gibi tesislerde karşılaşılan en önemli sorunlardan ve darboğazlardan biri de tumbada ızgara üzerine dökülen malzemenin yeterince ve gerektiği süratle aşağıya geç irilememesidir. Bu yüzden önemli üretim aksaklıkları oluşmakta ve geleneksel yöntemlerle bu sorun adeta kangren olmaktadır. Dolayısıyla üzerinde titizlikle durulması gereken konulardan biridir.

### 2.1. GELENEKSEL YÖNTEMLER

#### 2.1.1. Kazma, Balyoz-Sivriç ve Kürek Yöntemi

Ülkemizde en çok kullanılan yöntemdir. Kazma ve sivriçlerle ızgara üstüne çıkan işçiler, dökülen malzemeyi ızgaradan aşağıya geçirmeye çalışırlar. Tamamen işçinin fiziksel gücüne dayanan bu yöntem, işi çok iyi izleme ve denetim gerektirir. Çünkü tesisin tam kapasite ile çalışabilmesi tumbada çalışan işçinin inisiyatifine ve çalışma temposuna bağlıdır. Ayrıca, işçi ızgara üzerinde çalıştığı için emniyet yönünden sakıncalıdır.

#### 2.1.2. Kompresör ve Kinci Tabanca Yöntemi

Tumbaya dökülen malzeme, ellerinde basınçlı hava tabancalarıyla ızgara üstüne çıkan işçilerce kırılıp aşağıya geçirilmeye çalışılır. Kırıcı tabancalar, seyyar veya sabit kompresörlerle üretilen basınçlı havayla çalışır. Bu yöntem, birincisine göre biraz daha ileri bir yöntem olmasına karşın, kazmayı tamamen devreden çıkaramaz ve gene işçi yoğun bir yöntemdir.

İşçi ızgara üstünde çalıştığından fazla güvenli de-

ğildir. Ülkemizde, bu yöntem de yaygın olarak kullanılmaktadır.

### 2.2. MODERN YÖNTEMLER

#### 2.2.1. Backhoe Kepçeler, Yükleyiciler ve KiemşeDer

Her ne kadar son yıllarda tumbalarda kırma ve geçirme işlemlerinde, backhoe, yükleyici ve k lemse I gibi iş makineleri kullanılmaya başlanmışsada;bu makinalar aslen bu iş için dizayn edilmediklerinden hem ızgaraları tahrip etmekte, hem de amaçları dışında kullanıldıklarından çok sık arıza yapmaktadırlar. GLİ Tunçbilek bölgesi lavvar ve termik santral bunker I eri tumbalarında malzeme geçişi bu yöntemle, backhoe ve yükleyicilerle sağlanmaktadır.

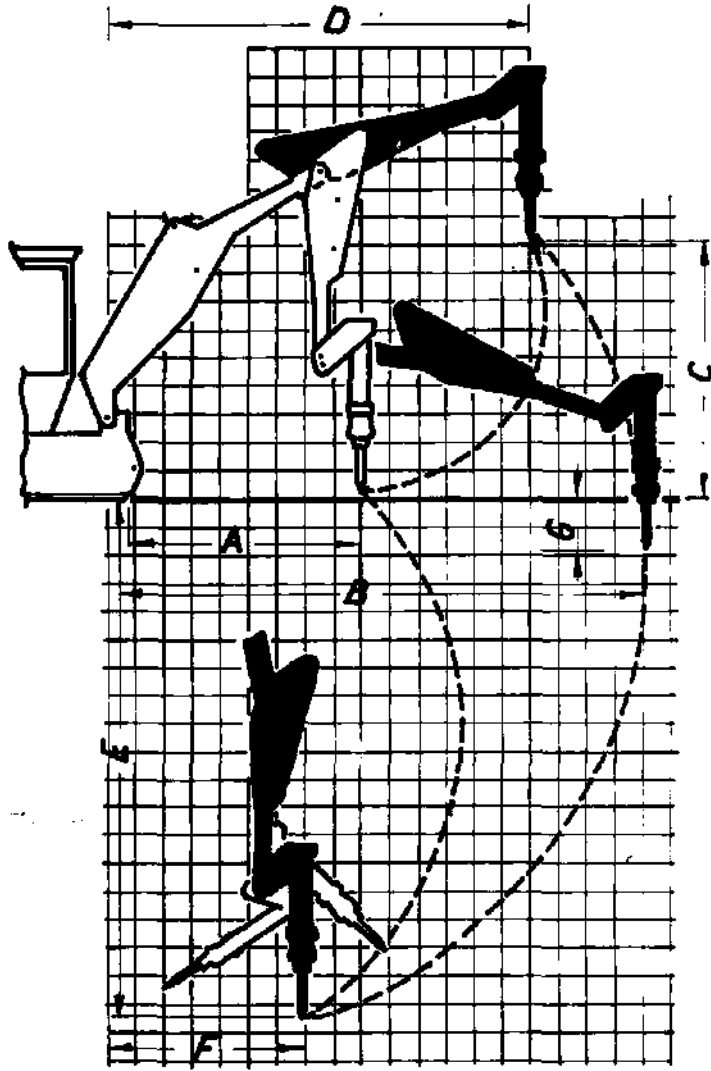
#### 2.2.2. Pnömatik ve Hidrolik Impaktörler

Bu iş için geliştirilmiş ve dizayn edilmiş olan impaktörler, tumbalarda kırma, geçirme ve akışkanlık sağlama işlerinde başarıyla kullanılmaktadırlar. Bu makinelerin tumbalara sabit monte edilebilen cinsleri olduğu gibi, seyyar olanları da vardır. Bu makinelerin bomları hidrolik kumanda sayesinde üstün hareket yeteneğine sahip olup; kullanma yerine ve amacına göre çeşitli kırma ve karıştırma uçları takılabilmektedir (Şekil 1,2).

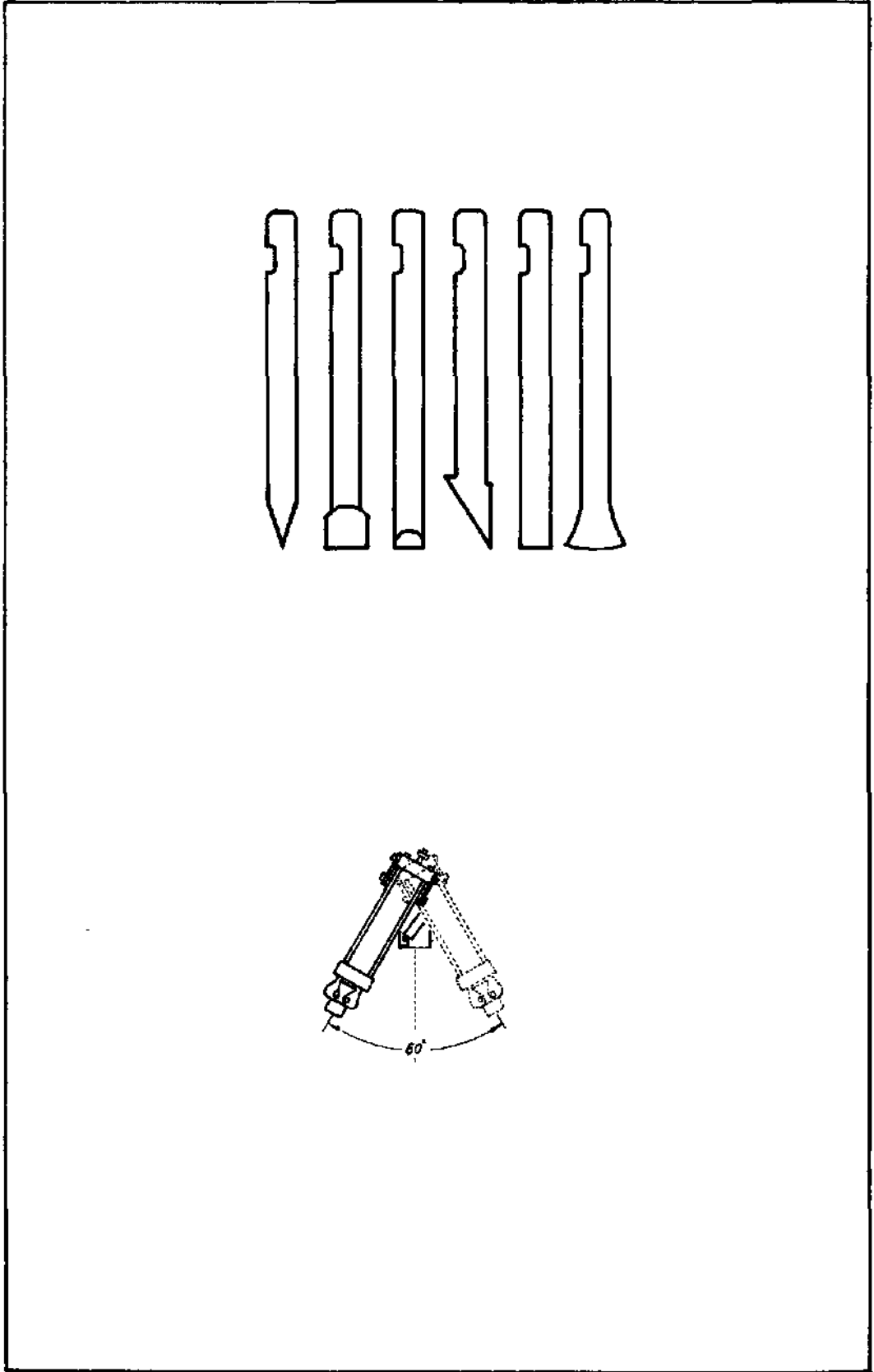
Impaktörler hidrolik ekskavatörlere ve backhoe'lara takılabildiği gibi, ayrıca bağımsız üniteler halinde de verilebilmektedirler. Lastik tekerlekli olanları, ocaklarda dinamitlemeden çıkan iri blokların parçalama, betonları kırma, vb. gibi işlerde de kolaylıkla kullanılabilmektedir.

i m pakt ör ızgara üzerindeki iri kömür parçalarını kırıp, karıştırıp aşağı geçirdiği gibi, bom ulaşım yeteneği sayesinde tüvenan silosu içindeki tıkanıklıkları da açabilmektedir (Şekil 1).

Bu m ak i nal ar tumba işçilerinin yerini almakta, işçilik, zaman ve malzeme kayıplarından büyük tasarruf sağlamaktadır. Tumba üzerinde çalışan kimse bulunmadığı için iş kazaları azalmakta, tesislerin tam kapasite ile çalışması tumba işçilerinin inisiyatifine, çalışma tempolarına ve verimliliklerine bağlı kalmamaktadır.



Şekil 1. İmpaktör kırıcının bom ulaşım yetenekleri



Şekil 2. İmpaktör üç çeşitleri ve impaktörün dikey düzlem içinde devinim yeteneği

### 3. SILO VE BUNKERLERDE AKIŞ SAĞLAYICI SİSTEMLER

#### 3.1. GİRİŞ

Silo ve bunker tıkanıklıkları, pratikte karşılaşılan en önemli sorunlardır. Özellikle kömür bunkerlerinde, ocak içi ve kış koşullarından dolayı, kömür nemli ve sulu geldiği anlarda tıkanmalar pek çok olur. Sorun kronikleşerek, üretimi aksatır duruma gelir. GLİ Tunçbilek bölgesi lavvar, eleme-ayıklama tesisleri ve termik santral bunker ve silolarında da karşılaşılan ve üretimi etkileyen en önemli güçlüklerden biri de budur. Gene, GLİ Tunçbilek bölgesi açık ocaklarında, amonyum nitrat-mazot karışımı hazırlayıp deliklere doldurmak üzere satın alınan ANFO kamyonu, aynı nedenlerle, amonyum nitrat tank içinde akmayıp tıkanıklık yaptığı için kullanılamamıştır. GLİ Seyitömer Bölgesi, Etibank Seydişehir Boksit İşletmesi, Karadeniz Bakırları İşletmesi de ANFO kamyonlarda aynı başarısızlığa uğramışlardır.

Silo dizayn tekniklerindeki gelişmeler, akış sağlayıcı sistemler üzerindeki araştırmalar, günümüzde bu tür sorunları çözülebilir duruma getirmiştir.

#### 3.1.1. Silo ve Bunkerlerde Karşılaşılan Tipik Tıkanıklık Tüpleri

Silolarda en sık karşılaşılan tıkanıklık, malzeme-

nin silo duvarına yapışarak silonun yararlı hacmini küçültmesi biçiminde olmaktadır (Şekil 3-a). Birçok malzeme, silo ortasında köprü oluşturma özelliğindedir. Oluşan bu köprülenme, silonun iyice tıkanmasına yol açar (Şekil 3-b). Diğer tıkanma biçimleri Şekil 3'de gösterilmiştir.

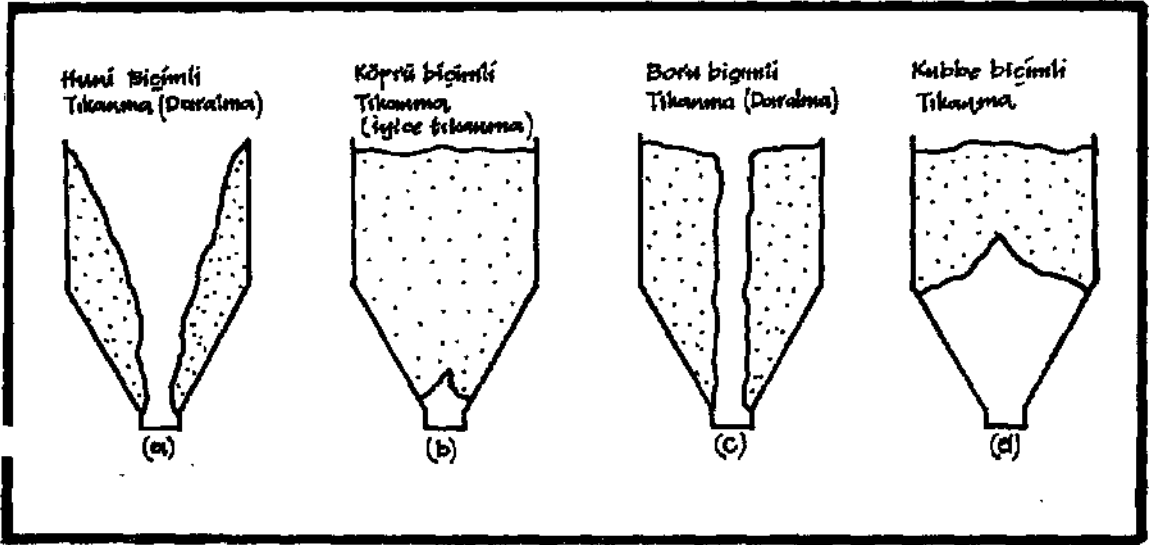
#### 3.2. GELENEKSEL YÖNTEMLER

##### 3.2.1. İnsan Gücüyle Tıkanıklıkların Giderilmesi Giderilmesi

İşçiler kazma, balyoz ve demir çubuklarla tıkanıklıkları açmaya çalışırlar. Bu şekilde geçici süre akış sağlanabilir; bir süre sonra, silo gene daralır ve tıkanır. Bu yol zaman alıcı olup, ciddi kazalara da yol açabilir. Bu yöntem, ülkemizde yaygın olarak kullanılmaktadır. GLİ Tunçbilek bölgesi lavvar, termik santral, eleme-ayıklama tesisleri bunker ve silolarındaki tıkanıklıklar bu yolla giderilmektedir. Silo ve bunker içine adam indirip kazdırılmakta ya da uzun demir çubuklarla ızgara üzerinden silodaki tıkanıklık şişlenmektedir. Saçtan yapılmış silolarda ise, silonun belirli yerlerinde açılan deliklerden, demir çubuklarla tıkanan kısım açılmaya çalışılmaktadır.

##### 3.2.2. Yüksek Basıncılı Suyla Tıkanıklıkların Giderilmesi

Birinci yöntem kadar yaygın değildir. Tıkanıklıklar



Şekil 3. Silo ve bunkerlerde karşılaşılan tipik tıkanma ve daralma örnekleri.

yüksek basınçlı su ile açılmaya çalışılır. Basınçlı su, malzemeyi alıp götürerek silonun içini tamamen temizleyip yıkar. Zaman alıcı olması, sudan etkilenen malzemelerde kullanılamaması, bakım sorunları yaratması, kış aylarında donmayı artırması ve hatta bazı durumlarda malzemede bloklamaşmayı artırıcı olması gibi nedenlerden Ötürü uygulama alanı sınırlıdır.

### 3.2.3. Dinamitleme ile Tıkanıklığın Giderilmesi

Bazı çok kötü tıkanmalarda, silonun dinamitleme ile açılması yoluna gidilir. Malzeme içine açılan deliklere konulan dinamit, patladığında sıkışmış malzemeyi gevşeterek açar ve akış sağlayabilir. Bu yöntemin de sakıncalı yönleri mevcuttur. Siloya hasar verebilir, silo içindeki malzemeyi tutuşturabilir, malzeme gıda maddesi ise onu zehirleyebilir.

## 3.3. MODERN YÖNTEMLER

### 3.3.1. Silo ve Bunker Dizaynını Akış Sağlayıcı Biçimde Yapmak

Silo ve bunker dizaynında, malzemenin akıcılığını etkileyen faktörlerin gözönüne alınması gerekmektedir. Sözelimi, malzemenin akıcılığını etkileyen faktörlerden bazıları şunlardır: Adhezyon, akış açısı, kohezyon, sıkıştırılabilirlik, higroskopiklik, nem yüzdesi, parça büyüklüğü, yoğunluk, yüzey alanı, yığın halde yoğunluk, malzeme ve çevre ısı, sertlik, parça biçimi. Malzemenin akıcılığını etkileyen en önemli faktör, malzemenin toz mu yoksa parça halinde mi olduğudur. Şayet malzeme 200 meş elekten geçiyorsa, toz halinde sayılır. Parçalı malzemelerin akıcılığını etkileyen faktörlerden en önemlisi malzemenin yüzey alanı ve yığın halde yoğunluğudur. Toz halindeki malzemelerin akıcılığı ise, daha ziyade, kohezyon, dağılımlılık (dispersibility), düşme açısı (angle of fall), fark açısı (angle of difference) gibi Özellikleri tarafından etkilenir.

Günümüzde yapılan araştırmalar ve deneysel çalışmalar, silo ve bunker dizaynında büyük ilerlemeler kaydetmiştir. Malzemenin akış özellikleri, silo ve bunker biçimi ve geometrisi, malzemenin silodan boşalma hızı, silo giriş açıklığı, vb. hep gözönünde tutulması gereken hususlardır. Ayrıca, küçük ölçekli silo ve bunker modelleriyle laboratuvar çalış-

ması yapmak daha iyi bir çözüm için gereklidir. Bilimsel verilere göre yapılan bir silonun, tıkanıklıkları yüzde yüz olmasa bile büyük ölçüde azaltacağı bir gerçektir.

### 3.3.2. Silo ve Bunker İç Yüzeyini Kaygan Astada Kaplamak

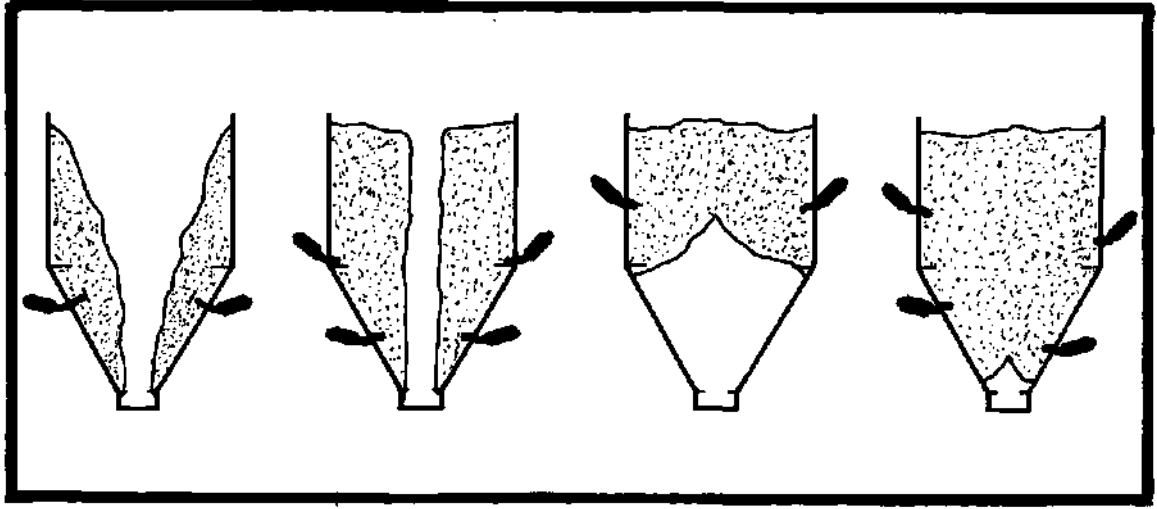
Silo ve bunkerlerde karşılaşılan kronik tıkanmalara (Şekil 3) karşı alınan yaygın bir önlem de, bunların iç yüzeyini kaygan astarla kaplamaktır. Astar olarak paslanmaz çelik, alüminyum ya da özel plastik levhalar kullanılır. Bu tür astarlama kömür, linyit, cevher ve döküm kumu hazırlama tesislerinde ve tanecikli tarımsal ürün silolarında uygulanmaktadır. Hatta, taşımacılık ve madencilikte kullanılan araç ve damperli kamyonların kasalarında bile kullanılmaya başlanmıştır.

Bu yöntemi de uygulamadan önce esaslı bir inceleme, araştırma ve hatta model çalışma yapmak gereklidir. Astarlanacak silonun geometrisi, silodaki malzemenin akış özellikleri, vb. gibi verilerin incelenip değerlendirilmesi gerekir. Astarlama, bu değerlendirmelere göre yapılmalıdır. Yoksa astarlama daha kötü sonuç da verebilir, örneğin, astar yüzeyi malzemeyi aşağıya doğru daha fazla kaydıracağından, tıkanma daha da şiddetli olabilir. Yeni Zelanda Kömür Araştırma Kurumu, model çapta kömür silolarıyla yaptığı bir araştırmada, tüm iç yüzeyi astarla kaplanmış silolarda kubbeleşme ve köprüleşme tıkanmasının daha fazla ve daha şiddetli bir biçimde oluştuğunu gözlemiştir. Sözelimi, kare kesitli bunkerlerde, yalnızca birbirine komşu iki yüzeyin astarlanması daha başarılı sonuç vermiştir. Oysa, dört yüzey de astarlandığında malzemede gerekli akıcılık sağlanamamıştır.

### 3.3.3 Silo ve Bunkerlerde Basınçlı Hava Şokuyla Akış Sağlama

Akışı zor yığın malzemelerin, silo ve bunkerlerden kolay geçişini sağlamak üzere geliştirilmiş en yeni yöntemlerden biri olup, endüstride başarıyla kullanılmaktadır. Bu yöntemde, belirli bir hacim içerisinde sıkıştırılan basınçlı hava, aniden tıkanıklık yapan kesime boşaltılır. Bu şok malzemeyi gevşetip acar ve siloda akıcılık sağlar (Şekil 4).

Hava şoku toplarının çalışma ilkesi Şekil 5'de çizilerek gösterilmiştir. Hava şoku topları, her türlü silo ve bunkere dıştan takılabilmektedir. Bun-

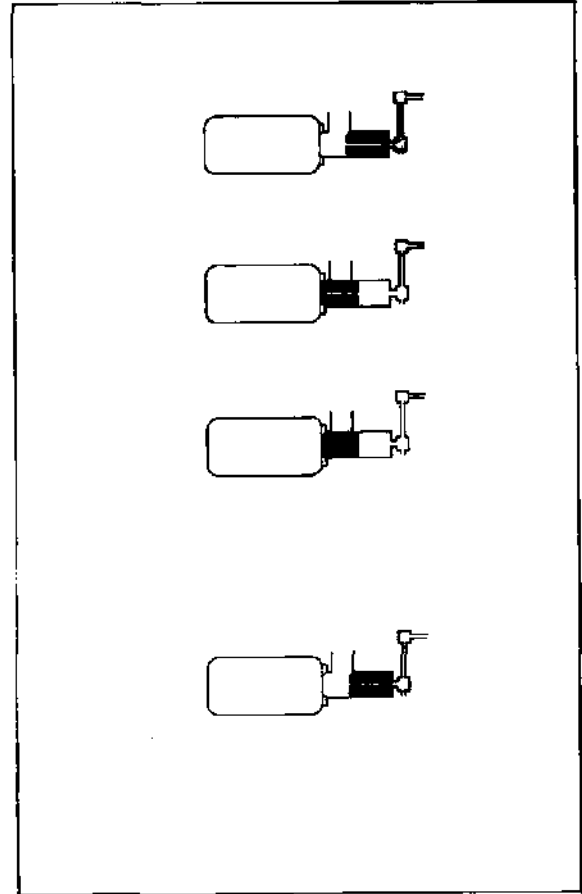


Şekil 4. Hava şoku toplatım silolarında yerleştirileceği kritik noktalar

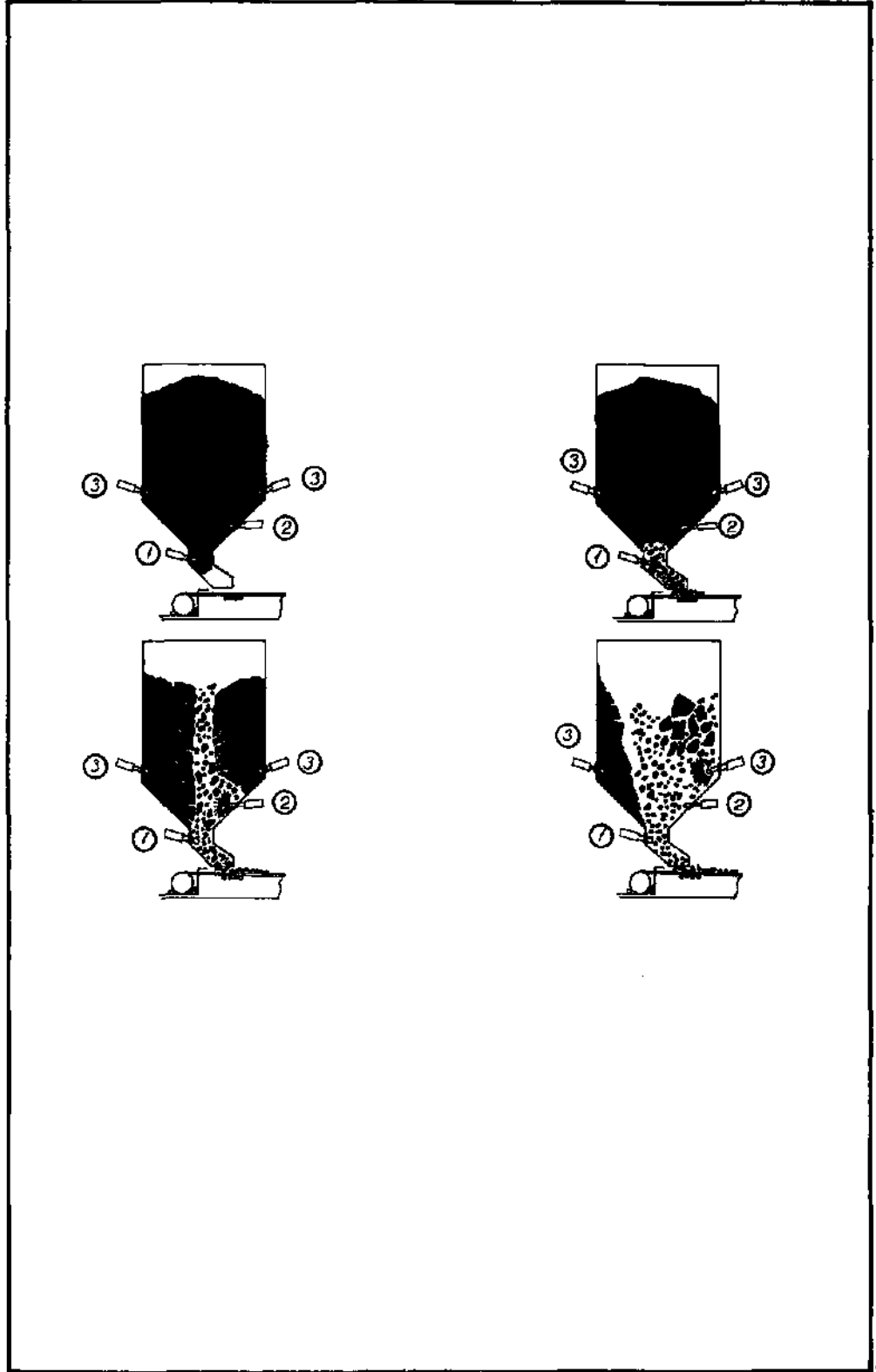
lanın silo ve bunkerlerde yerleştirileceği kritik noktalar, Şekil 4'de görülmektedir.

Bu sistem, ilk kez 1938 yıllarında yeraltı kömür ocaklarında, yüksek basınçlı şokla kömür gevşetme işlerinde kullanılmak üzere geliştirilmişti. Bu, o zamanlar kömür ocaklarında kullanılabilen en güvenli lag imlama işlemiydi. Bu yöntem 1965 yıllarından sonra yerüstünde silo ve bunkerlerde de denenmeye başladı; başarılı da oldu. O «imden bugüne, deneyimlerle daha da gelişip günümüzdeki mükemmel düzeyine ulaştı. Bugün, her türlü silo, bunker, ambar, tank ve benzeri yerlerde başarıyla kullanılmakta ve yığın malzemelere akış sağlamaktadır. Silo tank ve bunkerler hangi biçimde ve hangi malzemenin yapılmış olursa olsunlar, basınçlı hava topları, bunlara kolaylıkla monte edilebilir. Basınçlı hava şoku yöntemi, uygulamada her türlü yığın malzemeye akış sağlayabilmektedir.

Endüstride ve tarımda başarıyla uygulanmış olduğu malzemelerden bir kısmı şöyledir: Linyit, kömür, kok, bakır cevheri, yapay gübre, öğütülmüş jips, demir peletleri, öğütülmüş kireçtaşı, çimento, nikel cevheri, toz soda, sodyum borat, takonit cevheri, kereste talaşları, testere talaşı, çinko cevheri konsantresi, kum, toprak, kil, granule tuz, tanecikli tarım ürünleri, nemli kalsit, şeker, pelet halinde hayvan yemleri, karbon siyahı, tebeşir, diatom lu toprak, termik külleri, grafit, talk pudrası, vb.

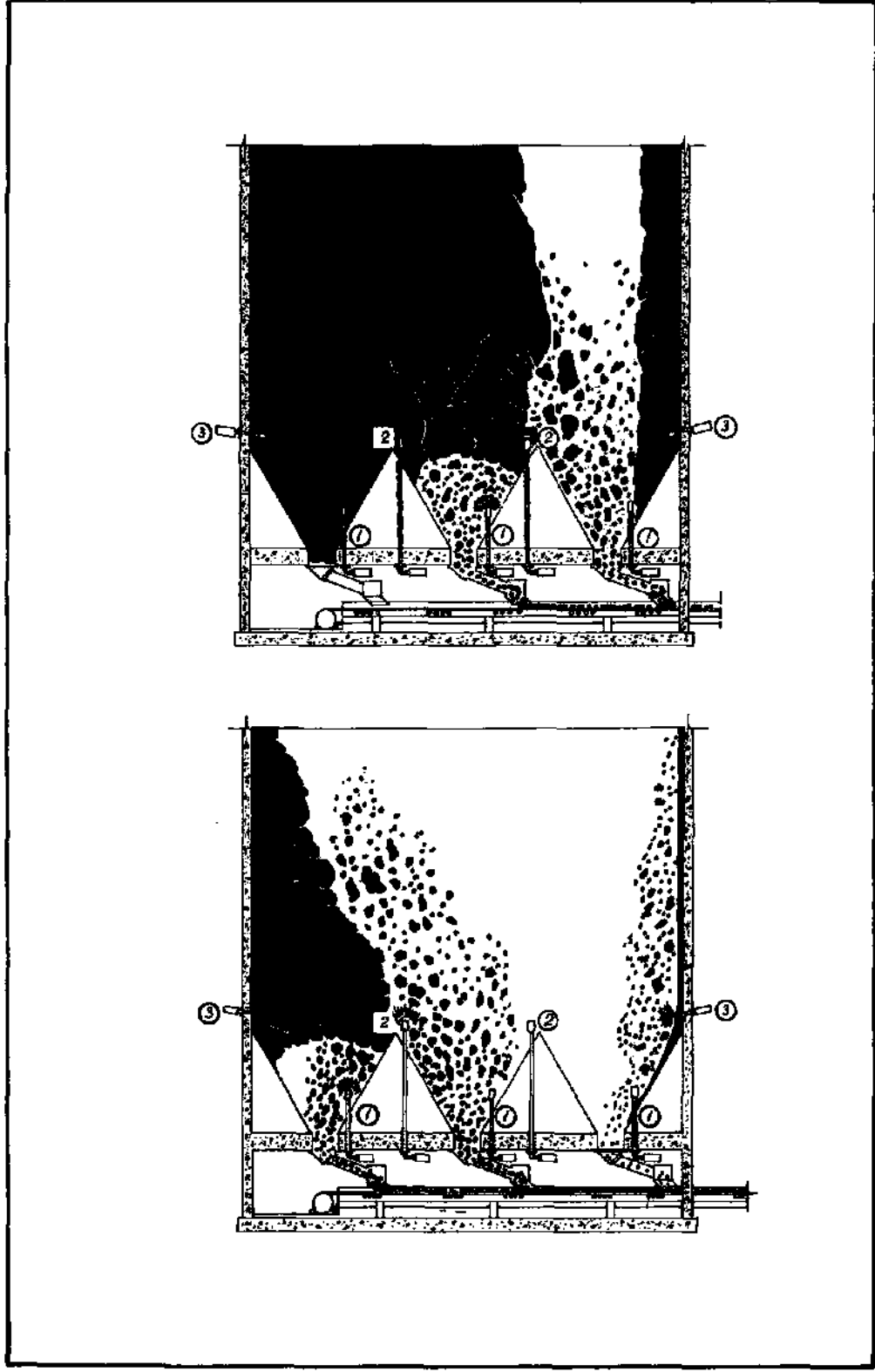


Şekil 5: Yüksek basınçlı hava şoku toplarının çalışma ilkesi



Şekil 6. Tamamen tıkanmış bir siloda hava şoku toplarının ateşlenme sıraları





Şekil 7. Hava şoku toplarının büyük silo ve bunkerlerde kullanılma olanakları ve bir siloda topların ateşlenme sıraları





nın çok düşük olması gibi diğer sistemlere göre üstün yanları vardır.

### 3.3.5. Silo ve Bunkerlerde Titreştirici Aygıtla Akış Sağlama

Akış sorunlarının çoğu, malzemenin silo ve bunker çıkış ağzına doğru eğimli bir biçimde daralmasından doğar. Daralan bu kesimde malzeme sıkışır kalır. Şekil 12'de görüldüğü gibi bu yöntemde, silonun daralıp sıkışan bu kesimi kaldırılarak yerine titreştirici aygıt (aktivatör) yerleştirilmiştir. Titreştirici aygıt, koni, silindir ve piramit biçimli çelik veya beton silolara kolayca takılabilecek biçimde yapılmıştır. Titreşimin silo ve gövdesine geçmesini önlemek için, bağlantı yerlerine sarsıntı emici özel lastik kısımlar konulmuştur. Dışbükey diyafram, çıkış ağzı üzerinde bulunur ve silo içindeki malzemenin ağırlığını taşır.

Çalışma sırasında titreşim üretici (vibratör), güçlü yatay darbeler üreterek tüm sistemi, dışbükey diyafram levhasını ve silo içindeki malzemeyi titreştirir. Şekil 12 c'de görüldüğü gibi aktivatör içine gelen malzeme, güçlü yatay darbeleri güçlü dikey darbecikleri (impuls) haline dönüştürür. Bu dikey darbecikler, silonun en üst kesimlerine değin ulaşarak siloda tıkanmayı ve daralmayı önler.

Bu ilkeyle çalışan titreştirici ler, hazırlanmış dökiim kumu, titanyum, odun talaşı, şeker, vb. gibi akıcılığı zor maddelerde bile başarı sağlamaktadır. Bu titreştiriciler, mekanik sıkışma, adhezyon ve kohezyon yüzünden silolarda serbest biçimde akamayan her türlü malzemeye pozitif ve sürekli bir

akıcılık sağlar. Bu aktivatörler genellikle 0.90 m • 3.00 m. çaplarında olup, çıkış ağzı genişletilmiş eski, yeni silo ve bunkerlere takılabilirler. Sürekli ve sessiz çalışırlar ve çok az bakım gerektirirler.

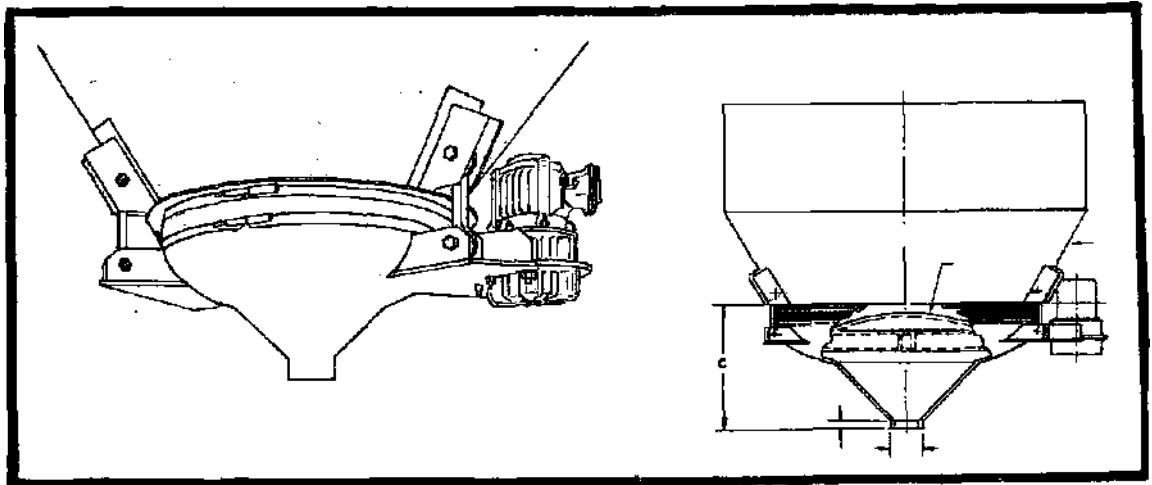
### 3.3.6. Silo ve Bunkerler İçinde Askıda Titreştirilen Elemanlara Akış Sağlama

Yapılan araştırmalar, silo ve bunkerler içine sarkıtılan çeşitli biçim ve boyutlardaki titreşen çubuk öbeklerinin de, silolarda akıcılık sağladığını göstermiştir. Bu yöntemde, yalnızca çubuklar titreşmekte, malzeme ve silonun kendisi titreştirilmeden akıcılık sağlanmış olmaktadır; bu yöntemin en iyi yanı da budur.

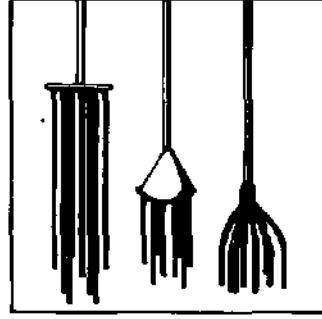
Yeni Zelanda'da P.A. Toynbee tarafından yapılan çalışmalar, bu çubukların Şekil 14'de görüldüğü gibi öbekler haline getirilip titreştirilmesinin çok daha başarılı olduğunu göstermiştir. Sarkıtılan bu çubuk öbeklerinin alt uçları, silo çıkış ağzının çok yakınına kadar gelmelidir. Çubuk öbeklerinin biçim ve boyutlarının silo malzeme çıkış ağzı biçimine uygun olması gerekmektedir. Deney evinde, 0.64 cm(1/4 İnç) çaplı çelik çubuklarla yapılan denemelerde, çubuklar dikey olarak titreştirildiklerinde daha iyi sonuç alınmıştır. Bu deneylerde, 1400 devir/dakika titreşim frekansı ve 0,476 cm (3/16 inç) titreşim genliği kullanılmıştır. Titreşimli çubuklar yöntemi, ucuz ve etkili bir yöntem olup, astarlama sistemi ile birlikte uygulandığında daha da İyi sonuç vermektedir.

### 3.3.7. Silo ve Bunkerlerde Fanb Sistemle Akış Sağlama

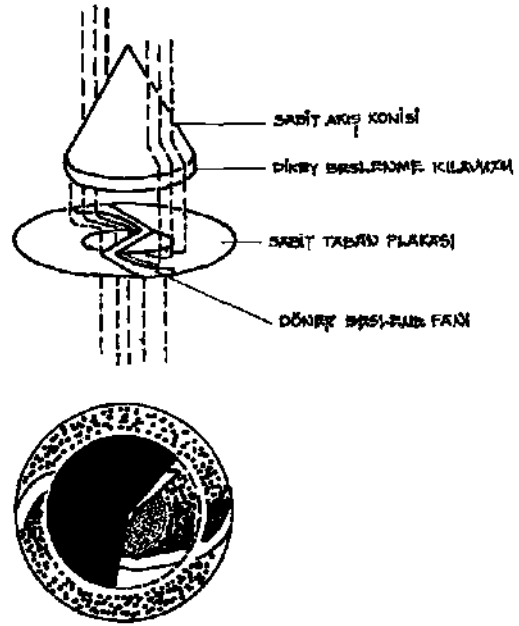
Bu sistem, silo ve bunkelerde, düzgün, darbesiz ve kontrollü bir malzeme akışı sağlamaktadır. Barit,



Şekil 13. Siloya monte edilmiş bir aktivatör



Şekil 14. Silolarda akış sağlayıcı titreşim çubuk grupları



Şekil 15. Fanlı akış sağlayıcı sistemin çarkına ilkesi

alumina, bakır cevheri konsantresi, demir cevheri konsantresi, tiivenan kömür, yıkanmış kömür, termik santral pulverize kömürü, amonyum nitrat, amonyum sülfat, bentonit, boraks, tebeşir, kil, diatotlu toprak, çakıl, testere ve marangoz talaşı gibi birçok malzemeye akıcılık vermektedir.

Sistem, Şekil 15'de görüldüğü gibi sabit akış konisi, döner besleme bıçağı (besleme fanı) ve sabit taban plakasından oluşur. Akış konisine gelen malzeme, taban plakası üzerine dökülür. Koni altındaki S/Z biçimli döner bıçak, yapılaş biçiminden dolayı, plaka üzerine dökülen malzemeyi çevreden merkeze alır; bu akış sürekli ve tekdüzedir. Akış konisinin konumu ve döner bıçağın biçim ve yapısı sayesinde akış hızı kontrollü ve pozitifdir.

Bu yöntemde, akış konisi döner bıçak ile birlikte silodaki malzemenin çevresel bir biçimde akmasını ve boşalmasını sağlar. S/Z bıçağı, malzemeyi yatay düzlem içinde dışarıdan içeriye doğru süpürür ve silo çıkış ağzından dışarı atar. Gene, S/Z bıçağının biçim ve yapısı malzemenin ufalanıp küçülmesini önler.

Fanlı sistem, akıcılığı zor malzemelerin, silo ve bunkerlerden aktılmasında kullanılır. Eski ve yeni silolara kolaylıkla takılabilir. Bu yöntemde, malzeme akış kapasitesi S/Z bıçağının dönüş hızına bağlıdır. Dönüş hızı arttıkça, akış miktarı da artar (Şekil 16).

#### 3.3.8. Silo ve Bunkerlerde Bileşik Sistemlerle Akış Sağlama

Çalışma yerinin koşullarına ve özelliklerine göre, yukarıda sözü edilen yöntemlerden biri ya da birkaçı birlikte kullanılabilir. Böylece, en güç sorunlara bile çözüm bulunabildiği gibi, çeşitli yöntemlerin üstün yanlarından da yararlanılmış olunur.

## 4. GLİTUNÇBILEK BÖLGESİNDE UYGULAMA OLANAKLARI

### 4.1. LA WAR, ELEME-AYIKLAMA TESİSİ VE TERMİK SANTRAL SİLO VE BUNKERLERİNDE VE TUMBALARINDA UYGULAMA OLANAKLARI

#### 4.1.1. Tumbalarda Uygulama Olanakları

Tumba ızgaraları üzerine dökülen kömürün aşağıya

geçirilmesi işi, halen İnsan gücü ile yapılmaktadır. Kapasitesi son derece yüksek olan tesislerin bile gerçek kapasitesi, tumba işçilerinin çalışma hızına ve isteğine bağlı kalmaktadır. İşçiler bu işi kazma, sivriç ve balyoz ile yapmaya çalışmaktadırlar. Ayrıca, ızgara üzerinde dikilip çalışmak zorunlu olduğundan, çalışanlar sık sık kazaya uğramaktadırlar.

Her ne kadar, termik santral ve lavvar tumbalarında kömür geçirme İşlemlerinde yükleyici, backhoe, vb. gibi araçlar zaman zaman kullanılmaya çalışılmaktaysa da, makineler özellikle bu iş için yapılmamış olduklarından sık sık arızalanmakta ve ızgaraları bozmaktadır.

Sözünü ettiğimiz tumbalarda, özellikle bu iş için dizayn edilmiş olan, basınçlı havalı veya hidrolik impaktörler kullanıldığı takdirde, işçilik ve zamandan büyük kazanç sağlanacak ve daha güvenli bir çalışma ortamı yaratılmış olacaktır.

#### 4.1.2. Silo ve Bunkerlerde Uygulama Olanakları

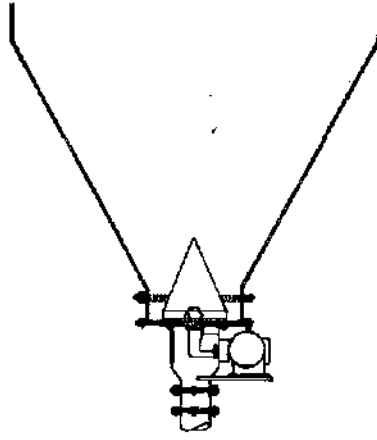
Kış aylarında, sulu panolardan üretilen ve le me-ay kılama tesislerine, lavvara ve termik santrale verilen kömürler, bu tesislerin silo ve bunkerlerinde sık sık tıkanıklık oluşturmaktadır. Tıkanıklıklar, bu tesislerin üretim kapasitesini düşürmektedir. Tıkanıklıklar geleneksel yöntemlerle açılmaya çalışılmakta ve bu işlem bazen saatlerce sürmektedir. Bu süre içinde, bütün tesis durmak zorunda kalmaktadır.

Bu silo ve bunkerlere, akış sağlayıcı sistemlerin uygulanabilme olanağı İncelenip araştırılmalıdır. Kanımızca, yüksek basınçlı hava şoku topları, lavvar, termik santral ve tesis bunkerleri için uygundur. Akış sağlayıcı yöntemlerin uygulanması ile işçilik ve zamandan kazanç sağlanacak ve tıkanıklıklar yüzünden atıl kalan kapasiteden yararlanılab Dinecektir.

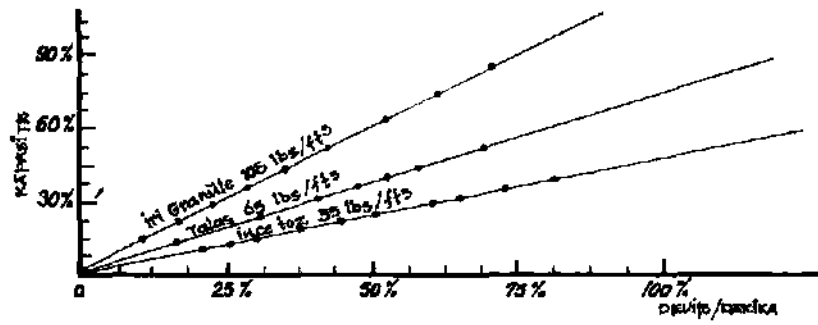
### 4.2. ANFO KAMYONDA UYGULAMA OLANAKLARI

#### 4.2.1. Giriş

GLİ Tunçbilek ve Seyitömer Bölgeleri açık işletmelerinde, arazi gevşetme işlerinde etkinlik ve verimlilik sağlamak üzere 1975 yılında satın alınan Amerind Mac Kissic ANFO karıştırma-doldurma



Şekil 17. Fanlı akış sağlayıcı sistemin yapısı ve siloya takılmış hali



Şekil 16. Fanlı sistemde bıçak dönüş hızıyla kapasitenin değişimi

kamyonları, ülkemizde üretilen teknik amonyum nitratın serbest akıcı nitelikte olmaması yüzünden kullanılamamıştır. Aynı yıllarda, Etibank Seydişehir Boksit İşletmesi ve Karadeniz Bakır İşletmeleri tarafından satın alınan ANFO kamyonlar da aynı başarısızlığa uğramıştır.

Tuncbilek'de yapılan bir dizi deneme çalışmasında, sarmal iletici tank içindeki amonyum nitratı bir iki dakika sonra çekmemeye başlamıştır; zira, amonyum nitrat tank içinde koprö biçimli tıkanma oluşturmuştur. Seydişehir'de yapılan denemelerde de aynı sorunla karşılaşmıştır.

Helezon iletici Üzerindeki muhafaza ile tank gövdesi arasındaki açıklık, muhafazanın her iki kısmından beşer santimlik şeritler halinde kesilerek genişletilmiş ve yapılan denemede amonyum nitratın helezon tarafından gene serbest biçimde çekilmediği gözlenmiştir. Sarmal iletici (helezon) üstündeki muhafazanın iyice kaldırılması da bir yarar sağlamamıştır.

Bu tür önlemler yarar sağlamayınca, amonyum nitrat içine akıcılık sağlayıcı, tanecikler arasındaki kohezyonu azaltıcı maddeler katılması Öngörül-

müştür. Seydişehir'de deneyevi çapında küçük kaplarda yapılan deneyler, amonyum nitrate % 3 oranında katılan diatomitin akıcılık sağladığını göstermiştir. Ocakta, % 3 diatom it içeren amonyum nitratla dinamitleme yapılmış ve diatomitin, karışımın patlamasına ve iş görmesine hiç bir olumsuz etkisi olmadığı görülmüştür. Ancak, ANFO karıştırma-doldurma kamyonu ile yapılan denemelerde, diatom İti i amonyum nitrat, tank ölçüğünde büyük yarar sağlamamış ve sarmal iletici nitratı gene çekmemiştir (Şekil 18).

#### 4.2.2. Çözüm İçin Öneriler

Yapılan denemeler, Kütahya Azot Sanayii Fabrikası ürünü granule teknik amonyum nitratın kohezif Özelliğinden dolayı ANFO tankında köprüleme oluşturduğunu, bu yüzden de sarmal iletici tarafından çekilmediğini göstermektedir. Bu durum, silo ve bunkerlerde karşılaşılan akıcılık sorunlarından farklı değildir. O halde, silo ve bunkerlerde kullanılan akıcılık sağlayıcı yöntemlerden uygun olanları ANFO tankına da uyarlanabilir. Nitekim, bu yöntemlerin akış sağladığı malzemeler arasında amonyum nitrat ve hatta akıcılığı amonyum nitrattan daha zayıf olan maddeler vardır.



Şekil 18. Amerind Mac Kissic ANFO karıştırma-doldurma kamyonu



Kanımızca ANFO tankı için en uygun yöntem aerator yöntemidir. Bu yöntem büyük bir olasılıkla, tank içindeki amonyum nitrata sürekli ve tekdüze bir akış sağlayabilecektir. Gerek bu yöntemin, gerekse diğer yöntemlerin uygulanabilirliği konusunda daha ayrıntılı çalışmalara ve verilere gerek vardır.

## 5. SONUÇ

Bu yazıda, üretimde önemli aksaklıklar yaratan, darboğazlar oluşturan, tumba ve silo-bunker sorunlarına çözüm getirmek üzere geliştirilmiş makina, teçhizat ve yöntemler incelenmeye çalışılmıştır. Bu yöntemlerin, ülkemiz maden işletmelerinde de gecikmeden uygulamaya konulmasında yarar vardır. Bu yöntemler, lavvar, eleme-ayıklama tesisi ve diğer silo ve bunkerlerde uygulanmalı, hatta, ANFO kamyonu tankında da kullanılma olanakları araştırılmalıdır.

## KAYNAKLAR

1. M.ÖZDOĞAN, ANFO Kamyonu ile ilgili olarak Seydişehir Boksit İşletmesine Yapılan İnceleme Gezisi Raporu, 1976
2. M.ÖZDOĞAN, GLİ Tunçbilek Bölgesindeki ANFO Kamyonu ile ilgili rapor, 1976
3. Kent Boom Mounted Tools, Hydraulic and Pneumatic. Impactors, leaflet, Kent, Ohio, 1977 USA
4. Hydraulic Impactor Roxon, Brochure, 1976, Finland,
5. Kent Pedestal Booms Airram, Pneumatic Impactors, leaflet, Kent, Ohio 1977, USA
6. W.REISNER-E.ROTHER, Bins and Bunkers for Handling Bulk Materials, 1976, Trans Tech. Publications, Switzerland.
7. M.L.REIMBERT-A.M.REIMBERT, Silos Theory and Practice, 1976, Trans Tech. Publications, Switzerland.
8. Solidur Linings for the Smooth Flow of Materials in Silos and Bunkers Brochure, Pennekamp-Huesker KG, 1978, W.Germany
9. Material Handling Systems and Equipment, Brochure, IFE Systems, Inc. N.J. 1978, USA
10. J. S.FISCHER, Moving Bulk Solids With Pneumatic Blasting, Plant Engineering, March 1977, USA
11. Compressed Air Cracks Coal Blockages, Electrical World, August 1977, USA
12. Ladco Material Control Systems, Brochure, Long-Airdox Company, W.Virginia, 1977, USA
13. Martin Big Blaster Air Cannon, Brochure, Martin Engineering Company Illinois, 1975, USA
14. Aerators, Brochure, J.Hofman Overseas Inc, 1975, USA
15. ROSBORNE-J Powers, Aerators Help Material Flow From Silos Without Clogging, Chemical Processing Magazine, June 1974, USA
16. Vibra Screw" Activator, Brochure, Vibra Screw Inc. N.J. 1971, USA
17. P.A.TOYNBEE, New Zealand Group Effectively Tackles Coal Bunker Problems, World Coal. June 1978, USA
18. Merrick Flow Star System, Brochure, Merrick Scale Mfg. Company, N.J. 1977, USA