

# MADENCİLİKTE AŞINMAYA DAYANIKLI LASTİK KULLANIMI\*

Richard A. Thomas  
Çev. İsmail ŞENEL\*\*

## Ö Z E T

Lastik ve lastik ürünleri günümüzde Madencilik alanında geniş çapta kullanılmaktadır. Yazıda ülkemizde de son yıllarda kullanılmaya başlanan lastik elekler, lastik astarlar v.b. konularında tanıtıcı bilgiler verilmekte ve çeşitli uygulamalar için lastik ve lastik ürünleri ile metal benzerlerinin ekonomik yönden karşılaştırılmaları yapılmaktadır.

## 1. G İ R İ Ş

Madencilikte geniş bir kullanım alanı bulan lastik, fiziksel ve kimyasal aşınmayı önleyici diğer endüstriyel ürünler arasında kendisine önemli bir yer açmış bulunmaktadır. Günümüzde maden endüstrisi diğer endüstrilerden çok daha fazla lastik ve lastik ürünleri kullanmaktadır. Sadece geçen yıl konveyör bantları imalinde yaklaşık 6.700 ton, maden kablosu yapımında ise yaklaşık 4.500 ton lastik kullanılmıştır. C) Madencilik ve mıcır hazırlama işlemlerinde aşınmayı önleyici lastik kullanımının aşağı yukarı 30 yıllık bir geçmişi olmasına karşın kimyasal aşınmayı önleyici olarak kullanılması çok daha önceleri başlamıştır.

Bu kadar lastik nerede kullanılmaktadır? Maden işletmeciliği ve cevher hazırlamada kullanım yerleri sayılamayacak kadar çoktur; birincil, ikincil ve üçüncül kademe öğütücü olarak kullanılan bilyalı, çubuklu, otojen ve yarı otojen değirmenlerde astar olarak; konveyör bantları ve V- kayışları üretiminde; her türlü elek yapımında; kamyon kasalarının, pompaların, boru

hatlarının, bunkerlerin, siloların, besleyicilerin, olukların, flotasyon seiüllerinin, ve yıkama tamburlarının astarlanmasında, klasifikatör pabuçları, bant sıyırıcılarında, konik kırıcı besleyicisi plakaları yapımında; hortum ve kabloların kaplanmasında - bu liâteyi daha da uzatmak mümkündür (Şekil 1).

Lastiğin sağlıkla ilgili kullanımı, halkın çevre sağlığına gösterdikleri duyarlık nedeniyle hükümetlerin işçi sağlığı ve emniyet koşullarına öncelik tanımına paralel olarak devamlı bir artış göstermektedir. Bir madencinin donanımları arasında yer alan kulaklıklar, toz ve gaz maskeleri ve iş tulumlarında lastik kullanılması olasıdır. Bunların yanı sıra lastik, titreşimi önleyici konstrüksiyonlar suretiyle gürültü derecesini kaynağından (değirmenler, farlar, kompresörler, v.b.) kesmek ve tozu tecrit sistemleri aracılığıyla kontrol etmek için geniş çapta kullanılmaktadır.

## 2. LASTİĞİN NİTELİKLERİ ÇOK GENİŞ BİR KULLANIM ALANI YARATIYOR

Lastiğin niteliklerinin kısaca gözden geçirilmesi, onun bu kadar çeşitli alanlarda kullanılmasının nedenlerini açıkça ortaya koyacaktır. Lastik cevher hazırlamada kullanılan kimyasal maddelerin çoğuna karşı dayanıklıdır. (Madeni yağlar hariç; bu yağların yoğunluğu ton başına 1,5 kg.'ı geçmemelidir. <sup>(2)</sup>) Özgül ağırlığı düşük olup çeliğinkinin ancak 1/7 si kadardır.

\* Engineering and Mining Journal, Mayıs 1977

\*\* Maden müh.

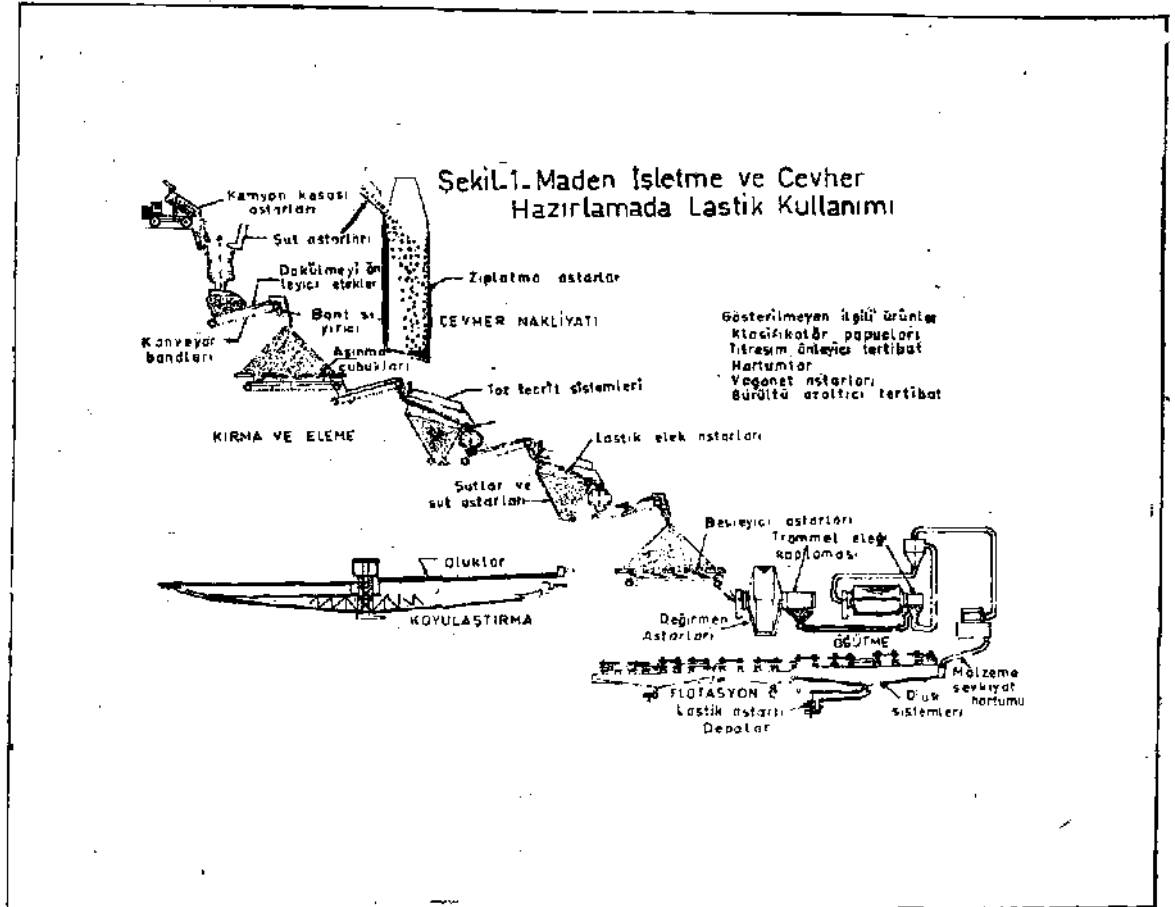
Paslanmadığı gibi işlenmesi de çok kolaydır; bu nedenle lastik ürünlerinin bir çoğuna bıçakla şekil vermek olasıdır. Uygulanan kuvvet elastik sınırlarının ötesinde bir deformasyona yol açmadığı sürece lastiğin düşey darbelere karşı direnci hemen hemen sonsuzdur. Düşük sıcaklıkların lastiğe pratik olarak herhangi bir etkisi olmamasına karşılık lastik bileşikleri bu sıcaklıkta sertleşme eğilimi gösterirler.

Tabii lastiğin, etkin elastikiyet ve gürültüyü azaltıcı niteliklerinin yanı sıra, yüksek sıcaklıklar, yağ ozon ve güneş ışığına karşı (özellikle konveyörlerde önemli bir sorun ortaya çıkmaktadır) dayanıksız olması gibi bir takım sınırlayıcı özellikleri de vardır. Ancak, uygun şekilde hazırlanacak bileşiklerle söz konusu sınırlamalar ve darbe ve aşınmaya karşı direnç niteliklerinin kontrolü mümkün olmaktadır. Lastiğin sertliğini bowling topu yapımından cerrah

eldivenleri yapımına kadar değiştirmek imkânı vardır. 200° C'ye kadar dayanıklı lastik bileşikleri yapılmaktadır ve piyasada yağa-bakterilere-ozona ve aside dirençli lastik bileşikleri bulunmaktadır.

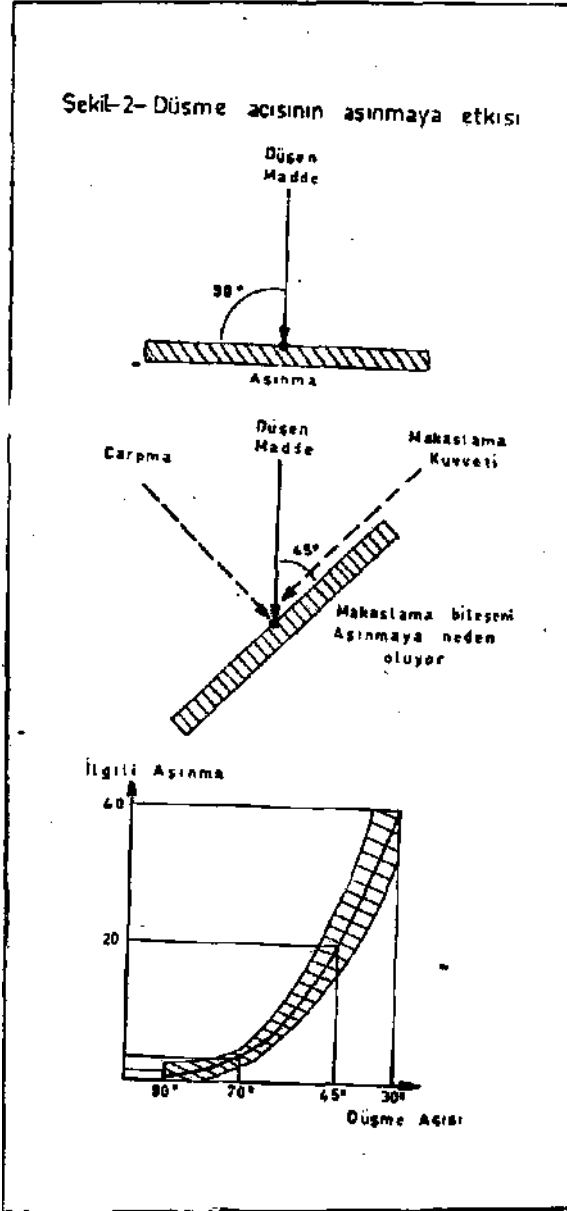
Lastiğin aşınmaya gösterdiği direnç diğer aşınma malzemelerinde olduğu gibi sertlikte ilgili değildir. Aksine lastik elastik bir deformasyona uğrar ve yüzeyine çarpan tanelerin enerjisini yine elastik olarak absorbe eder. Halbuki, bu durumda çelik plastik bir deformasyona uğrar ve aşınır.

Çarpan tanelerin yüzeyle aralarındaki açı dik olduğunda, özellikle tanelerin hızı 6 m/san. altında ise (düşme yüksekliği 2.75-3.60 m. den az (<sup>3</sup>)), lastiğin aşınma miktarı minimumdur. Malzemenin hızı, lastiğin karşı koyabileceği kritik hızdan fazla olduğu takdirde, çarpma enerjisini absorbe edebilmek için yeterli zaman yoktur. Bu durumda, ortaya çıkan ani yü-



zey gerilimi kritik değeri aşar, lastiğin yanlara doğru «akması» olanağı ortadan kalkar ve lastik kesilir.

Birçok uygulamalarda aşınma; darbe ve makaslama kuvvetlerinden oluşan karmaşık bir işlem olarak ortaya çıkar. Tane büyüklüğü ve hızın birincil bir fonksiyon olan lastiğin aşınma derecesi bu durumda özellikle çarpma açısına bağlı olarak değişir. Aşınmanın büyük bir kısmına makaslama kuvvetinin çarpma yüzeyine paralel vektörü neden olur. —buözellikle 30° den küçük çarpma açıları için geçerlidir— (Şekil 2).



Lastiğin aşınmasında rol oynayan mekanizmaları üç ayrı sınıfa ayırmak mümkündür: «Kayma», genellikle oluklarda, klasifikatör pabuçlarında, üçüncül öğütücülerde, bant sıyıcılarında, spiral klasifikatörlerde ve flotasyon selüllerinde görülür; «çarpma» (düşen taneler) eleklerde, şutlarda, yönlendirme plakalarında ikincil öğütücülerde, besleyicilerde ve silolarda oluşur; ve «Dövme» çarpma suretiyle .ulusan aşınma, kamyon kasalarında, vagonentlerde, birincil ve otojen öğütücülerde, ve yıkama eleklerinde ortaya çıkar. «Dövme» mekanizmasına maruz kalacak lastiğin kalınlığı bu işe uygun olarak seçilmemişse statik uygulamalarda lastik kesilecek, dinamik uygulamalarda ise uzayıp deforme olacaktır.

### 3. LASTİK ASTARLARLA METAL ASTARLARIN KARŞILAŞTIRILMASI

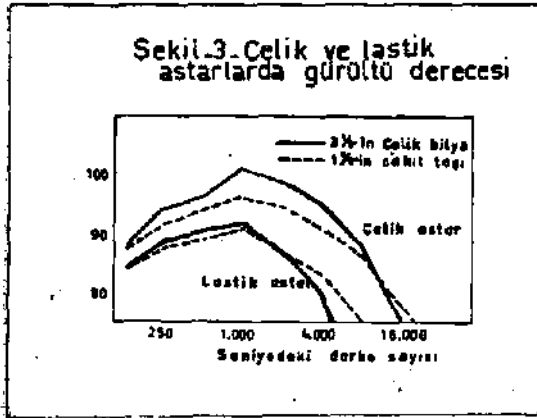
Değirmenlerde lastik astar kullanımı Avrupa'da özellikle İskandinav ülkelerinde büyük miktarlara ulaşılmış bulunmaktadır. Amerika Birleşik Devletlerinde ise lastik değirmen astarlarının kullanımı son yıllarda gelişen bir artış göstermektedir.

Lastiğin değirmenlerde astar olarak kullanılmasına ilk defa 1921 yılında başlanmıştır ve bu konuda birkaç patent talebi olmuştur ancak o zaman mevcut lastik kaliteleri ve işleme teknikleri bu patentlerin etkin olarak kullanılmasına olanak vermemişti<sup>(5)</sup>. Lastik astarlar 1950'lerde, bu sefer daha başarılı sonuçlarla tekrar ortaya çıkmıştır.

1960 larda lastik, ızgaralı besleyicilerde ve etojon değirmenlerde kullanıyor ve bir zamanlar Manganlı çelik, krom-Molibden çeliği, Ni-Hard çeliği ve taşın büyük oranda kullanıldığı alanlarda kendisine bir yer açmış bulunuyordu. Günümüzde ise lastik astarlar her tip değirmende kullanılmakta olup çapı 8,50 m. ye kadar olan otojen değirmenlerle çapı yaklaşık 2,50 m. ye kadar olan çubuklu değirmenlerde (90 mm. çaplı çubuklarla) takonit, bakır cevheri ve silikatlar gibi aşındırıcı cevherlerin öğütülmesine yardımcı olmaktadır.

(\*). Özellikle çimento endüstrisinde kullanılmak üzere kendiliğinden sınıflandırma (self-serting) yapılabilen spiral astarların uygulanmasına bile başlanmıştır.

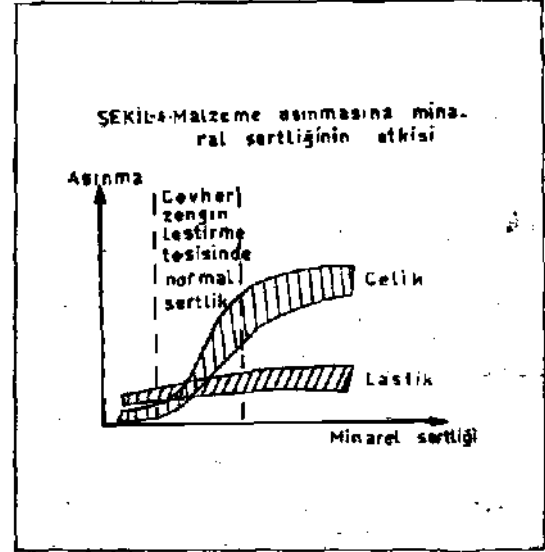
Lastik astarların en önemli avantajı hafif olmaları ve bundan dolayı dişlilerin, yatakların ömrünü uzatmaları, güç tasarrufu sağlamaları ve montajlarının daha çabuk ve daha kolay yapılabilmesidir. Bu ise makinelerin daha az süre atıl kalmalarını ve işçilik giderlerinin azalmasını sağlar. Bir değirmenin lastikle astarlanması için gerekli zaman aynı işin çelik astarlarla yapılması için harcanacak sürenin sadece 1/4 ile 1/3'ü kadardır, (1<sup>2</sup>) ve bir çok durumlarda yalnız bir işçi lastik bir astar plakasını taşıma ve monte etmeye yeterlidir. (En ağır lastik taşıyıcı çubuğun ağırlığı yaklaşık 113 kg. olup kaldırmak için üç kişi yeterlidir.) Diğer bir avantaj ise lastiğin değirmenlerin çalışması sırasında çıkardıkları gürültüyü düşürücü etkisidir (Şekil 3).



Lastik astarlarla çelik astarların ekonomik yönden karşılaştırılmasında ortaya atılan fikirler çeşitlidir. Bu durum tüketicilerin malzeme ile olan tecrübelerinin çok değişik şekillerde olmasına bağlanabilir. Uygulama şekline bağlı olmakla beraber lastik astarların ömrü Manganeli Çelik astarlarından bir kaç kez daha fazla olabilmektedir. Buna karşılık, lastik astarlar bazı uygulamalara tamamen elverişsiz olabilir. Astarların ekonomik olup olmadıklarının tespitinde özellikle göz önüne alınması gerekli faktörler; yüksek

kaliteli çelik dökümün fiyatı ve temin edilebilme olanakları, atıl zaman (öğütmenin ekonomisi tespit edilirken genellikle göz önüne alınmaz) ve astarların hurda değeridir. Skega AB Firmasına göre lastik astarların maliyeti aşağı yukarı çelik astarlarındaki ile aynı olmaktadır.(5)

Aynı Firma «Eğer lastik astarın dizaynı doğru yapılmışsa, değirmen kapasitesi en az diğer herhangi bir astarla elde edilenle aynı olacaktır» demektedir (2). Değirmen astarlanmasında lastik kullanılmasına karar verilirken düşünülmesi gereken fiziksel faktörler şunlardır: Değirmenin hızı ve çapı; öğütme ortamı; beslenecek malzemenin tane iriliği, yapısı ve sertliği (Şekil 4); ve taşıyıcı çubukların



yüksekliği ve aralarındaki uzaklık. Verilen faktörlerin herhangi birisindeki değişiklik, değirmen şarjı Ne astar arasındaki çarpma açısını değiştirecek ve neticede aşınma artacaktır. Lastik astarlarda aşınma normal olarak değirmenin çevre hızının artışına paralel olarak artar; bu özellikle beslemenin tane iriliği büyük olduğunda (1,3 ile 3,8 cm. arasında) geçerlidir. İkincil öğütmede; değirmen hızının, kritik hızın % 77 sinin altında olması halinde en ekonomik öğütmenin sağlandığı belirtilmektedir. «Dalgalı tip» lastik astarlar elverişli olmamaktadır; çünkü bu tip astarlar çok fazla «Kayma»ya neden olmakta ve küçük açılı (çarpma açısının

30° den küçük olması durumu) aşınması ortaya çıkmaktadır.

Otojen bir şarjın ortaya çıkardığı yüzey basıncı, çelik bilya şarjınınkinden daha az olduğundan birincil öğütme yapan otojen değirmenlerin lastikle astarlanması daha avantajlı olmaktadır.<sup>12</sup>). Ancak, imalatçı firmalar çok iri tanelerin öğütülmesinde dikkatli olunmasını ve değirmen hızının kritik hızın % 70 inin üzerine çıkmamasını önermektedirler. Standard lastik astarların dayanabilecekleri sıcaklık sınırı yaklaşık 65-90°C dir; ve makina yağları ile diğer bazı kimyasal maddelerin bulunduğu ortamlarda aşınma miktarı artar.

#### 4. LASTİK ELEKLER ATIL ZAMANI

##### VE GÜRÜLTÜYÜ AZALTIYOR

Daha önce tamamen çelik kullanılan eleme işlemlerinde günümüz teknolojisine bağlı olarak lastik önemli bir yer tutmaya başlamış bulunmaktadır. Lastik kaplı çelik eleklerin ve delikli saçların yerini almak üzere daha 1950 lerde tamamen lastikten yapılmış elek yüzeyleri geliştirilmişti. Son iki yılda ise, lastik elekler tel eleklerle göre gerek bakım giderlerinin düşük olması ve gerekse çevre sağlığı yönünden üstün nitelikleri nedeniyle artan bir ilgi görmüştür. Günümüzde, en hafifinden en ağırına kadar çeşitli koşullar altında ve 2,5x6 m. boyutlarında tamamen lastik yüzeyli eleme makinaları başarıyla kullanılmaktadır (7).

Sudan arındırma ve kaba eleme işlerinde kullanılmak üzere tamamen lastik elekler piyasada bulunmaktadır. Kaba eleme işlemlerinde kullanılan eleklerin daha dayanıklı olması gerektiği için bunların büyük çoğunluğu halen ileri döküm ve bağlantı tekniklerinin yardımıyla çelik kablolarla güçlendirilmektedir. Bazı elekler değişik nitelikleri olan iki ayrı cins lastiğin yatay katmalar halinde birbirine kaynatılmasıyla oluşmaktadır — katmanlardan birisi destek görevini yüklenmekte diğeri ise gerekli esnekliği sağlamaktadır. Elek açıklıkları ise çeşitli şekillerde olabilmektedir— yuvarlak (dairesel), kare, konik (tıkamayı azaltmak için), «saat camı» şeklinde ve uygun boyutlarda olmak şartıyla diğer şekillerde.

16

Lastiğin çelik yüzeyli eleklerle karşı en büyük avantajı uzun ömürlü olmasıdır. — tel eleklerle nispeten beş— sekiz kez daha fazla. Lastik elek yüzeylerinin fiatları da tel eleklerin beş ile sekiz katı civarındadır, ancak lastiğin daha ekonomik olması devamlı pano değiştirme nedeniyle ortaya çıkan atıl sürenin lâstik eleklerde büyük oranda azalmasının neticedir. Eleme işlemlerinde bakım giderlerinin en büyük bölümünü etek panolarının değiştirilmesi oluşturur. Ayrıca bakım işlemleri arasında en fazla zaman bu panoların değiştirilmesinde kaybedilir. Lastik eleklerin montajı da tel eleklerinki gibidir. (Bazan irave destek kullanılması gerekebilir), ancak lâstik elekler tel eleklerle oranla daha uzun ömürlü olduklarından daha az sayıda değiştirme işlemine gerek duyulur.

Eleme işlemlerinde lastik kullanımının diğer avantajları ise elek açıklıklarındaki tıkanmaların azalması ve gürültü deresindeki 15 dB ye varan düşüşlerdir. Lastik elekler aynı zamanda metal şokunu azalt ve metal yorgunluğunu en alt seviyeye indirmek suretiyle elek ünitesinin kendisinin de ömrünü uzatırlar.

Lastik elek benzerlerinin tek sakıncası elek açıklıklarının alan olarak tel eleklerle oranla yaklaşık % 6 civarında daha az olmasıdır; ancak, lastiğin doğal zıplatma (bounciag) niteliği ve tıkanmaların azalması göz önüne alındığında ve elek açıklığının seçimi eleme işlemine uygun olarak yapıldığında bu sakınca da kendiliğinden ortadan kalkmış olmaktadır. Genellikle, malzemenin yığılma açısına bağlı olarak eleğin eğimi arttıkça istenilen ürün tane iriliğine oranla elek açıklıklarının boyutları da büyür. Aynı şekilde eleğin kapasitesi arttıkça lastiğin kalınlığının da artması gerektiği açıktır. Örneğin, bakır cevherlerinin elenmesinde kullanılan eleklerde en fazla rastlanan lastik kalınlığı 1.6-1.9 cm. dir.

#### 5. LASTİĞİN DİĞER KULLANIM

##### ALANLARI

Son zamanlarda çeliğin fiatında ortaya çıkan artışlar ve temin etme güçlükleri, bir çok mühendisi T-1, Krom-molibden.

Ni-Hard ve benzeri malzemelerin yerine aşınmaya dayanıklı lastik (genellikle ürettan) kullanmaya yönelmiştir. Günümüzde lastik, aşınma plakaları olarak; silo, bunker ve şutların astarlanmasında; hidro-siklon speratörlerde; pompaların iç yüzeylerinde ve pervanelerinde; ve hemen hemen düşen cevher ve aşındırıcı çamurla karşılaşılacak her yerde başarı ile kullanılmaktadır. Bu olanlarda yılda yaklaşık 500 ton lastik kullanıldığı tahmin edilmektedir.

Yeni uygulamalardan kamyon kasalarının lastikle kaplanması geniş çapta kullanılmaya başlamıştır. Bu tip astarların montajı T-civataları veya gövdeye kaynaklanmış pimler kullanmak yoluyla kolaylıkla yapılabilmektedir. Bunların ömürleri metal astarlara oranla bir kaç kez daha uzun olduğundan kasaların tamiri için harcanan atıl süre azalmaktadır. Lastik astarlar, konstrüksiyon olarak metal benzerlerinden daha hafif olduklarından tekerlek lastiklerindeki kesilmelerin miktarı azaltmakta, elastik olmaları nedeniyle yüklenme sırasında şase zorlanmamaktadır. Lastik, çeliğe göre daha kötü bir iletken olduğundan düşük sıcaklıklarda malzeme yapışmalarının da önüne geçilmiş olmaktadır.

Belki de günümüzdeki lastikle astarlanmış en büyük kamyon; Kanada, Kaiser Resources madeninde çalışmakta olan 200 ton kapasiteli «Lectra-Haul» tipi kamyonudur. Bu tip astarlar, takonit, kalker ve bakır madenlerinde yıllardan beri başarıyla kullanılmaktadır.0 Eleklerde olduğu gibi lastik astarlarda da ilk maliyet çelik astarlannkinden yüksektir, ancak lastiğin uzun ömrü göz önüne alındığında fiyatlar birbiriyle rekabet edebilecek düzeyde olmaktadır.

Lastik astarların en önemli sakıncası hacimlerinin fazla oluşudur. Örneğin 34.5 m<sup>3</sup> kapasiteli bir damperli kamyonunda, çelik astarların 0.54 m<sup>3</sup> lük bir hacim kaplamasına karşın lastik astarlar 2.57 m<sup>3</sup> lük bir hacim gerektirmektedir; —bu da yaklaşık 4,5 ton daha az malzeme taşınması anlamına gelir. Bu problem, kamyon damperlerini söz konusu kaybı önleyecek, şekilde yeniden dizayn etmekle çözümlene-

bilirse de bu ancak yeni gelişen işletmeler için ekonomik olabilecek bir çözümdür. Cevher hazırlamada lastiğe diğer bir kullanım alanı da çamur pompalarıdır. Bu alanda lastik çeşitli sert alaşımlarla olan üstünlüğünü ispatlamış bulunmaktadır. Standard lastik-astarlı pompalar için optimum tane büyüklüğü 6-10 mm. olarak kabul edilmektedir.

Endüstride lastik, genellikle aşınmayı - önleyici uygulamalarda kullanılmakla beraber bu alanın dışındaki uygulamalarda giderek artmaktadır. Sentetik lastik levhalar, birçok maden işletmelerinde artık tankların, çöktürme havuzlarının ve içme suyu depolarının astarlanmasında kullanılmaktadır. Konveyörler, besleyiciler, elekler ve kırıcılar için lastik kullanılarak yapılan gelişmiş toz tutma sistemleri bulunmaktadır. Günümüzdeki çevre sağlığı konusundaki bilinçlenmeye paralel olarak, yapay gürültü derecesini azaltmak amacıyla birçok üretim makinaları lastik titreşim - önleyicilerle birlikte monte edilmektedir.

#### K A Y N A K L A R

- (1) Kamu Hizmetleri Bölümü ile Kişisel görüşmeler; E.I. du Pont de Newours and Co., Wilmington, Del.
- (2) Skega-Lining for Grinding Mills, Ref. 13-02-93-73, Skega AB, Ersmark, Sweden.
- (3) Skega Heavy-Duty Wear Components, Ref. 13-02-93-73, Skega AB.
- (4) How to Redunce Wear, Noise, and Dust in the Mines; Trelleborgs Gummifabriks AB, Trelieborg Sweden.
- (5) Description and Application of Rubber Mill Liners in Grinding Mills; Trelleborgs Gummifabriks AB.
- (6) JONSSON, JAN; Wear Resistant Rubber Performance in Primary Autogenous Mills, Skega AB.
- (7) Application of All-Rubber Screen Cloth to American Mining; Trelleborgs Gummifabriks AB.
- (8) WALLACE, DAN; Wear Resistant Rubber Performance as Truck Box Liners, A-S-H Pump (Enviretech Corp.), Paoli, Pa.