



PNÖMATİK TAŞIMADA KARŞILAŞILAN SORUNLAR VE ÇÖZÜM YOLLARININ ARAŞTIRILMASI

H.Sevil ERGÜR
Yılmaz YÖRÜ
İrfan ÜREYEN

ÖZET

Pnömatik taşıma sistemleri genelde oldukça basit olup toz ve taneli malzemelerin taşınmasında çok değişik şartlarda başarıyla kullanılabilir. Sistemde sıkıştırılmış hava (genelde hava) besleme ünitesi, taşıyıcı boru ve taşıyıcı akışkan ile taşınan ürünü birbirinden ayırma ünitesi bulunur. Uygun ekipman seçimi ile yüzlerce metrelik mesafeler boyunca malzeme taşınması mümkündür. Kurulacak tesisteki esneklik çoklu noktadan tek bir ana hatta malzeme beslenmesi ve taşınması sonunda tek noktadan veya birkaç noktadan malzeme alınmasına olanak sağlamaktadır. Pnömatik sistemler, düşük - yüksek basınçlı pozitif ve negatif sistemli veya pozitif-negatif sistemler ile yüksek basınçlı blow-tank sistemlerinden oluşurlar.

Pnömatik taşıma sisteminin kapasitesi, taşımada karşılaşılabilecek sorunlardan dolayı sınırlı tutuluyorsa, kapasite artırımı için bazı tavsiyelere uyulması zorunlu olacağından sistem kapasitesini artırmak için verilen tavsiyelerin hepsine ayrı ayrı uyulmasında yarar olacaktır. Tavsiyelerin hiçbirisi çözüm üretmiyorsa o takdirde sistemin dizaynı tekrar gözden geçirilip hatta tüm sistemin değiştirilmesi bile söz konusu olabilir.

ABSTRACT

Pneumatic conveying systems are quite simple that can be used for dusty and grainy materials at various conditions. The main elements used in the system are namely compressed air, feeding and separation units. Materials can be carried by selecting the adequate equipment along with the hundred of metres. Flexibility in the facility permits the materials feeding from the multipoints to the single main line and also getting materials at the end of the conveying from the many points or only one point in the system. Pneumatic systems are composed of positive and negative systems having low-high pressure or positive - negative systems and high pressured blow - tank systems.

Due to falling into difficulties, the capacity of pneumatic conveying systems is limited. Increasing the capacity, some of the given recommendations are to be followed individually. Any of the advices can be offered a resolution then the design of the system has to be reviewed and also the system may be changed wholly.



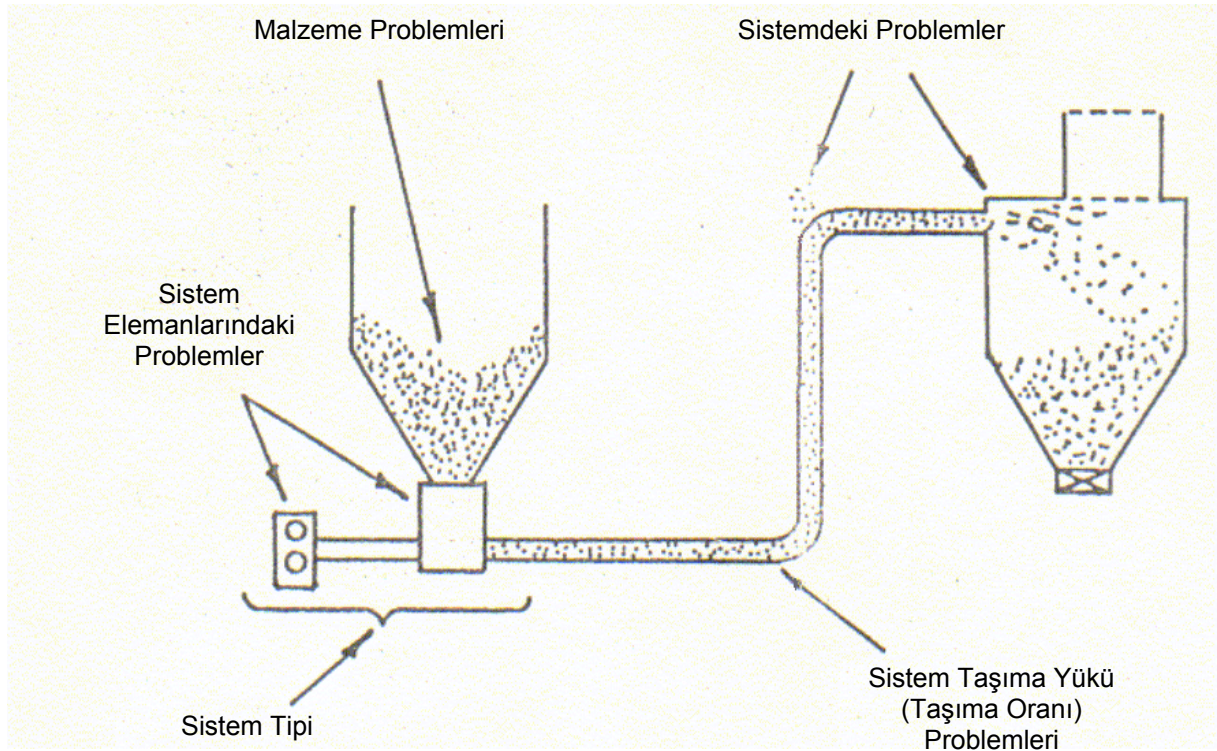
GİRİŞ

Pnömatik taşımada karşılaşılan ana sorunlar hatalı dizayn, yeterince tanımlanmamış taşıma elemanları, kontrol yetersizliği ve taşıma esnasındaki değişikliklerden dolayı ortaya çıkmaktadır. Arıza nedeni her zaman çok belirgin olmayabilir. Taşıma sisteminde görülen çalışma problemleri Şekil 1'de görüleceği üzere beş ayrı alanda incelenebilir. Bu alanlar sırasıyla malzeme ile ilgili sorunlar, sistem elemanlarıyla ilgili sorunlar, malzeme debisinde karşılaşılabilecek sorunlar, sistem tipiyle ilgili sorunlar ve sistemin her noktasında karşılaşılabilecek sorunlar şeklinde özetlenebilir.

Problemlerin analizlerinin daha iyi anlamak ve üretilecek çözüm yolları için sorunları gözlemlendiği noktaları tek tek incelemeye yarar olacaktır.

1. PNÖMATİK TAŞIMA SİSTEMİNDE KARŞILAŞILAN SORUNLAR

Sistemin her noktasında görülecek sorunlar genelde en ciddi olanlar olarak bilinir ve kesinlikle çözümlenmesi gerekir. Aksi takdirde bu tür çözümsüzlükler sistemde daha büyük arızalara neden olabilir.



Şekil 1. Sistemdeki Çalışma Noktaları

1.1 Tesisatta Karşılaşılan Tıkanmalar

Sistemin çalıştırılması sırasında meydana gelebilecek tıkanmalar için çok farklı şartlar ve nedenlerden söz edilebilir. Söz konusu soruna anında çözüm bulma aşamasında; arıza nedenleri için oluşturulacak kontrol tablosundan yararlanılabilir. (Tablo 1)



1.1.2 Deneme Sırasında Karşılaşılan Tıkanmalar

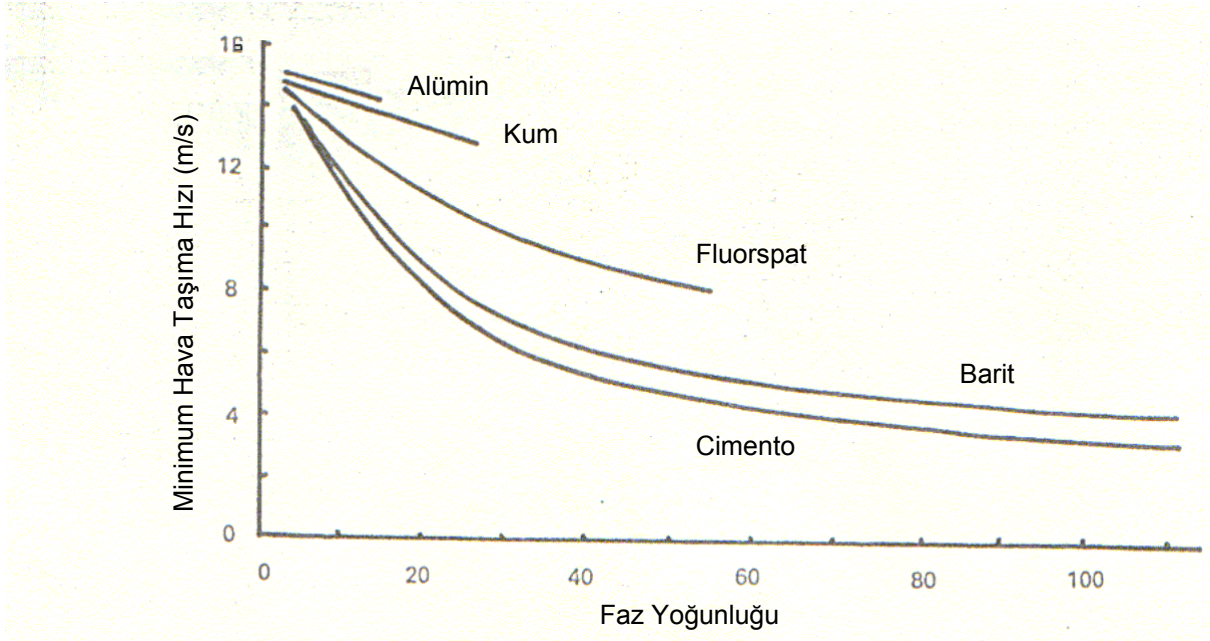
Deneme sırasında boru hattında tıkanmalar sözkonusu ise; bunun basit bir ayarlama ile çözümleneceği düşünülürse de, aslında bu noktada ciddi bir dizayn hatası mevcuttur. Daha işlemin başında dizaynın gözden geçirilmesi şarttır.

1.1.3 Hava Üretim Ünitesindeki Hatalı Özellikler

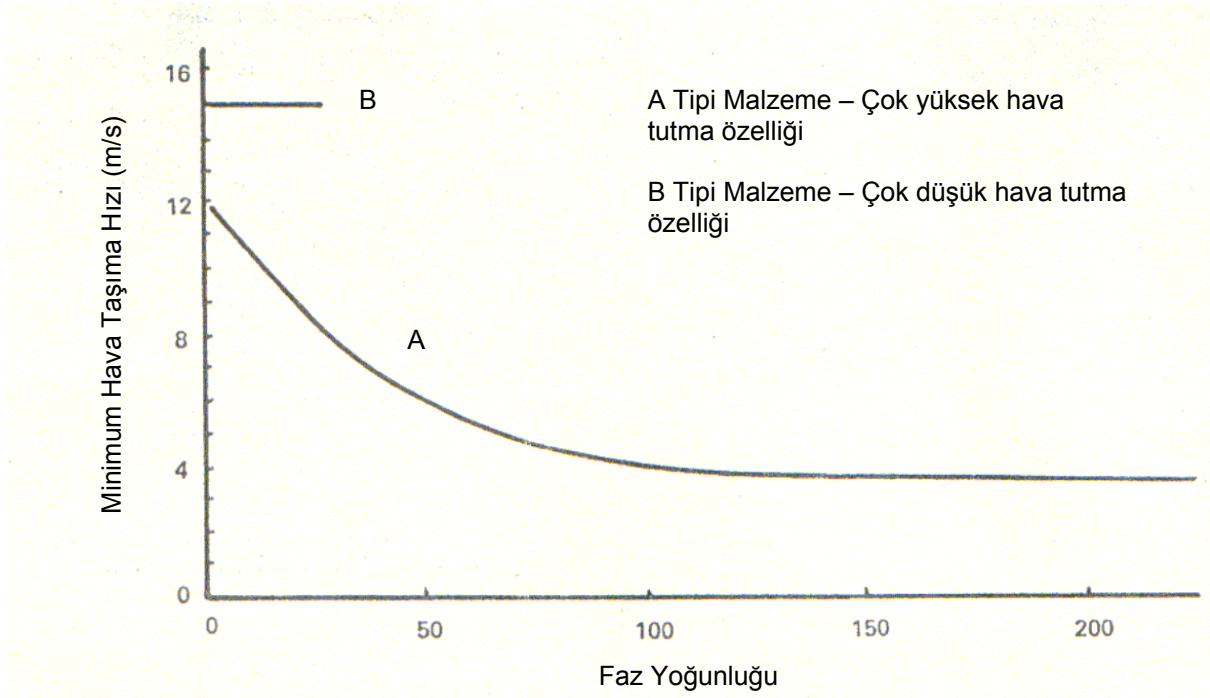
Mevcut havanın volümetrik debisi kullanılacak boru hattında taşınacak malzeme için yetersiz ise sözkonusu hat üzerinde malzeme taşınması imkansız olacaktır. Malzeme alma noktasında minimum hava hızına ulaşılmış olması gerekir. Minimum hava hızı taşınacak malzeme türüne bağlıdır. Örneğin malzeme yoğun fazda taşınacaksa, ona göre önlem alınmalıdır. Şekil.2' de görüleceği üzere; hava tutma kapasiteleri oldukça yüksek olan çimento ve barit gibi malzemelerin taşınmasında, daha yoğun fazlarda minimum taşıma hızı söz konusu iken, alümin ve kum gibi malzemelerde düşük yoğunluklarda ihtiyaç duyulan minimum hız miktarı azalacaktır (Şekil 3). Yüksek yoğunlukta malzemelerde taşıma hızı genellikle 12 ~13 m/s arasında değer almaktadır.

Tablo 1. Arıza kontrol tablosu

Eleman Adı	Arıza Nedeni	Tavsiye Edilen Çözüm Yolları
Basınçlı hava ünitesi	Hatalı karakteristikler Relief valf Düşük hava sıcaklığı Hava filtresi Toz taşımada görülecek aşınma	Basma hattı basıncını değerlerini kontrol ediniz. Taşıma hattı giriş hızını kontrol ediniz Düşük basınca ayarlı olabilir. Taşıma hattı giriş hızını kontrol ediniz. Temizlenmiş olduğundan emin olunuz. Orijinal ölçülerle mevcutları mukayese ediniz.
Hava tesisatı	Akış sırasında karşılaşılabilecek dirençler	Hava hattındaki valf çalışmalarını kontrol ediniz. Aralık toleranslarını kontrol ediniz.
Besleyiciler	Aşırı hava kaçağı Taşıma hattına aşırı besleme Kararsız malzeme beslemesi Aşınma	Sürgülü valflerin, vidaların hızını düşürünüz Emme tankı ve emme nozullarının hava oranını değiştiriniz. Çalışma basıncını düşürünüz veya çevirici gücünü artırınız. Aralık toleranslarını ve valf oturma yüzeylerini kontrol ediniz.
Malzeme taşıma tesisatı	Boru hattı önceden tıkanmış halde Saptırma valfi Yoğuşma hattı Aşırı malzeme boyutu Islak malzeme Boru tesisatı kaplaması	Taşıma başlamadan önce hattın açık olduğundan emin olunuz. Yeterli çalışma için kontrol ediniz. Yeterince izolasyon, ısı boruların izleyiniz, taşıma havasını kurutunuz. Tıkanma noktasında malzemeyi kontrol ediniz. Tıkanma noktasında malzemeyi kontrol ediniz Nem:Taşıma havasını veya malzemeyi kurutunuz. İnce taneli malzeme.: Boru hattında titreşim sağlayınız
Malzeme Bunker	Tamamen dolu	Bunkerdeki seviyeyi kontrol ediniz.
Tüm sistem	Malzeme değişimi Taşıma mesafesi değişimi	Hava ihtiyacını, besleme mikta., vb.kontrol ediniz. Hava ihtiyacını, besleme miktarını., vb.kontrol ediniz



Şekil 2. Taşınacak malzemenin minimum hava taşıma hızı ile faz yoğunluğu arasındaki ilişkiye etkisi



Şekil 3. Minimum hava taşıma hızıyla malzeme yoğunluğu arasındaki ilişkinin şematik gösterimi

Söz konusu malzemeler için (çimento, vb) taşıma mesafesi çok büyük olmadıkça malzeme yoğunluğu sorun yaratmaz. Malzemenin askıda taşınması söz konusu olduğu zaman gerekenden daha düşük taşıma hızlarında çalışmak mümkündür. Kum ve granüle şekerde olduğu üzere kaba taneli malzemelerde hava tutma kapasitesi düşük olduğu için bu tür malzemeler Şekil 3'de gösterilen B türü malzemelere daha yakındırlar. Bu tür malzemelerde taşıma hızı 13 ~ 16 m/s arasında (malzeme askıda kalmak şartıyla) değer alabilir. Ancak gerçek taşıma ilişkisine ulaşmak için farklı malzemelerle



yapılacak denemelerle en uygun değerlere ulaşılabilecektir. Basıncılı hava ünitesine ait özelliklerden olan hava ihtiyacının hesaplanması için malzeme alma noktasındaki hava basıncının önemi oldukça büyüktür. Boru hattında malzeme taşınması için gerekli volümetrik hava debisi, matematiksel modellemeden de görüleceği üzere, basıncılı hava ünitesinde verilen özellikler arasındadır. V , volümetrik hava debisi olmak üzere,

Gerçek hava debisi, V ,

(V : m^3/s , C : Taşınacak hava veya gaz hızı m/s , A : boru kesit alanı m^2)

$$V = 0.25 \pi d^2 C \quad (1)$$

yazılabilir. Aktarılan serbest hava debisi ise,

$$V_0 = 2.843 \times \left[\frac{p_1 V_1}{T_1} \right] \quad (2)$$

olduğundan, V_0 için,

$$V_0 = 2.23 \times \left[\frac{d_2 p_1 C}{T_1} \right] \quad (3)$$

olur. Böylece gaz hızı, C ,

$$C = 0.448 \times \left[\frac{T_1 V_0}{d^2 p_1} \right] \quad (4)$$

olacaktır. Hava debisi, basıncılı hava ünitesi özelliklerinde tanımlanan ve referans şartları olarak bilinen giriş şartlarıyla birlikte, serbest hava şartlarıdır. Taşıma hattı dizaynında, C , taşıma hızı iken, C ; taşıma hızı m/s , d ; boru çapı, p_1 ; gerçek hava debisi, T ; gerçek hava sıcaklığı, V_0 ; Serbest hava şartlarında volümetrik hava debisi, p_0 ; serbest hava basıncı, T_0 ; serbest hava sıcaklığı olmak üzere,

$$C = \left[\frac{4 p_0 V_0 T}{d_2 p_1 T_0} \right] \quad (5)$$

olacaktır. Serbest hava şartlarında $p_0 = 1,013$ bar ($1 \text{ bar} = 100 \text{ kN/m}^2$) ve $T_0 = 288$ K olduğundan,

$$C = \left[\frac{V_0 T}{223 p_1 d^2} \right] \quad (6)$$

yazılabilir. Akışkan hızının düşük olması tıkanmaya yol açacağından dolayı; malzeme alma noktasındaki hava hızının seçimi çok önemlidir. Hızın düşük olması tıkanmaya yol açacaktır. Sulandırılmış halde malzeme naklinde hava hızının $12 \sim 15$ m/s mertebesinde tutulmasında yarar vardır. Yoğunluğu yüksek malzemelerin taşınmasında faz yoğunluğunun etkili olacağı kabul edilerek,



ϕ faz yoğunluğu olmak üzere,

$$C = 12 \text{ m/s} \quad \phi < 10$$

$$C = 3,5 \text{ m/s} \quad \phi > 150$$

ve tüm ϕ ler için, $C = 15 \text{ m/s}$ ' dir.

$10 < \phi < 150$ olmak üzere,

$$C_{\min} = 33 \phi^{-045} \quad (7)$$

yazılabilir. [C_{\min} ; Minimum hava taşıma hızı (m/s) ve ϕ : faz yoğunluğu] Malzeme ister yoğun ister sulandırılmış halde olsun, seçilecek taşıma hızı minimum hava taşıma hızından daha büyük seçilmelidir. Ayrıca malzeme besleme ünitesinde karşılaşılabilecek kaçaklar dikkate alınmalıdır.

1.1.4 Boru Hattının Aşırı Beslenmesi

Taşıma hattındaki basınç gradyeni aslında malzemenin konsantrasyonuna bağlıdır. Taşıma hattına fazla malzeme beslenecek olursa basınç gereksimi mevcut olan değeri aşacağından boruda tıkanma gözlenecektir. Tüm boru hattı besleme ünitelerinde, malzeme debisini kontrol edebilen bir mekanizma mevcuttur. Sürgülü valfler ve vidalı taşıyıcılar da olduğu gibi, bunların kontrolü de hız kontroluyla mümkündür. Ventürimetrenin kullanıldığı besleme üniteleri için ayrı bir kontrol düzeni gerekebilir. Emme tankları ve emme nozulların da ise giriş havasının ayarlanması yeterli olmaktadır.

Taşıma hattında sürgülü valf kullanımı sözkonusu ise, özellikle tesisin ilk çalışma aşamasında yapılan beslemenin kontrolü daha da önem taşımaktadır. Sürgülü valflerle çoğu zaman çok hassas besleme yapılamamaktadır. Çünkü, ± 1 veya 2 d/dk lık fark, malzeme debisinde oldukça büyük değişimlere neden olmaktadır. Dolayısıyla hassas debi ayarı için dönüş hızının çok iyi belirlenmesi şarttır. Ancak besleme hattındaki sorunun, basınçlı hava ünitesi özelliğinden mi yoksa, besleme ünitesinden mi kaynaklandığından emin olunmalıdır. Basınçlı havanın kontrolü; pozitif basınçlı sistemlerde, basma hattına yerleştirilecek bir manometre ile negatif basınçlı sistemlerde ise filtrasyon ünitesiyle giriş arasındaki boru parçası üzerine yerleştirilecek vakummetre ile sağlanacaktır. Manometre değeri ile taşıma hattındaki basınç düşümü, mertebe olarak birbirine yakın değerlerdir. Taşıma hattındaki değer, dizayn değerinin üstünde ise hattın aşırı beslendiği anlaşılır. Volumetrik hava debisi düşük ise; tıkanma sırasındaki sözkonusu basınç ya dizayn değerinde ya da bu değer altında olmaktadır. Basınç hattına yerleştirilecek manometre, sistemin performansını kontrol etmek için çok yararlıdır. Basınç dizayn değerinin altında ise, besleme debisi yetersizdir ve artırılmalıdır. Giriş hattındaki basınç artışının pozitif basınçlı sistemlerde girişteki hava debisini azalttığı bilinmelidir. Taşıma mesafesi veya malzeme debisi değiştirilecek olursa malzeme miktarıyla hava debisi arasında oluşturulacak denge için manometre değeri yetersiz olacaktır.

1.1.5 Boru Hattında Kararsız Debi Hali

Boru hattında ara sıra tıkanma gözleniyorsa bunun nedeni malzemenin beslenmesi sırasında karşılaşılan dalgalanmalardır. Sınır basınç değerinde çalışan bir sistem için besleme hattında gerçekleştirilen geçici artışla, malzeme konsantrasyonu artacağından, boru hattının tıkanması kolaylaşacaktır. Tesisin ilk devreye alınması sırasında ortalama debinin tayini için; anlık debinin) sürekliliği irdelenmelidir. Aşırı basınç yüklenmesi halinde; beslemenin durdurulabilmesi için besleme ünitesindeki basınç butonundan yararlanmak mümkündür.



1.1.6 Taşıma Başlangıcında Karşılaşılan Sorunlar

Hemen başlama sırasında taşıma hattında tıkanmaya karşı bir eğilim sezilirse bunun geçici bir nedenden olacağı bilinmelidir.

1.1.6.1 Boru Hattındaki Nemin Etkisi

Soğuk boru hattının iç yüzeyinde yoğuşma oluşabilir. Bu tür bir sorun özellikle bina dışında çalışan ve büyük sıcaklık değişimlerine tabi boru hatlarında görülmektedir. Normalde kurutma gerekmiyorsa, boru hattında oluşan ısı birikimi incelenmeli ve malzeme nakli başlamadan önce boru hattından hava geçirilerek ortamın kurutulmasına çalışılmalıdır.

1.1.6.2 Soğuk Ortamda Çalışma

Ortamdaki hava sıcaklığının artmasıyla hava yoğunluğu düşecektir. Normal çalışma şartlarında, üniteden aktarılan basınçlı hava sıcaklığı, roots tipi bloverlerde olduğu üzere, ortam sıcaklığının 60°C üstüne çıkabilmektedir. Böylece volümetrik debi ve dolayısıyla elde edilen hava hızı, ortam sıcaklığındaki değerlere göre %25~%30 daha fazla olacaktır. Malzeme naklinde, başlangıçta kullanılan hava genelde soğuk olacağından, hava hızındaki düşme tıkanmaya neden olabilmektedir. Hava sıcaklığını düşmesiyle yoğunluk artacağından hava ihtiyacının minimum sıcaklık değerine göre düzenlenmesi gerekir. Bu düzenleme normal çalışma şartlarında yüksek hızlara çıkılmasına neden oluyorsa, o takdirde hava akışıyla boru hattı arasındaki ilişki mutlaka düzenlenmelidir. Bunu sağlamak için öncelikle, basınçlı hava ünitesinin değişken hız kontrolü, by-pass hattındaki kısılmış hava nozulları ve kontrol valfiyle atmosfere aktarılacak hava miktarının ele alınması tavsiye edilmektedir.

1.1.6.3 Boru Hattında Arta Kalan Malzemelerin Etkisi

Taşıma hattındaki duruşlarda boru tesisatı yeterince temizlenmezse, boru içinde malzeme artığı kalması kaçınılmazdır. Tesisattaki çalışma uzun ve düşey yönde ise, arta kalan malzemeler tabanda birikecek ve yeniden taşımaya başlamada sorun yaratacaktır. Bu nedenle; malzeme nakline başlamadan önce taşıyıcı boruya basınçlı hava verilerek gerekli temizliğin yapıldığından emin olunmalıdır. Boru hattında tıkanma sözkonusu ise, taşıma işlemine başlamanın sorunları daha da artıracığı bilinmelidir. Emme ve taşıma hattına yerleştirilecek manometreler boru hattının durumunu kontrol etmek için yeterli olacaktır. Sisteme ait basınç düşümü biliniyorsa temizleme basıncının bu değerden daha düşük olmamasına dikkat edilmelidir. Boşta çalışma halinde; gerçek basınç düşümü daha fazla ise, sistemde mutlaka artık kalacaktır. Tüm taşıma hatlarının, çalışma bitiminden hemen sonra temizlenmeleri gerekir. İstenilen temizliğin sağlanıp sağlanmadığı, çalışma anındaki basınç düşümüyle temizleme anındaki basınç düşümü karşılaştırılarak irdelenebilir. Taşıma hattının tamamen boşaltıldığından emin olunmak isteniyorsa, o zaman boş hat üzerindeki basınç değerine ulaşıncaya kadar hava aktarımına devam edilmelidir.

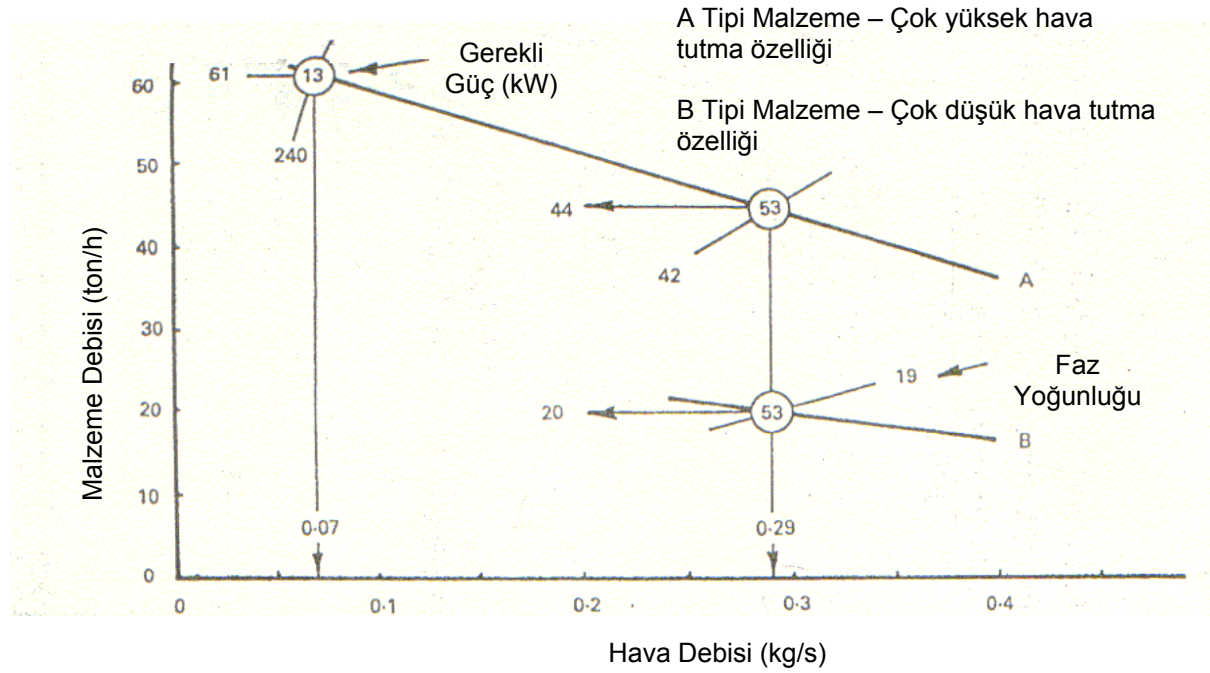
1.1.6.4 Taşıma İşleminin Başlamasından Belli Bir Süre Sonra Oluşacak Tıkanma

Uzun süre çalışan bir tesiste tıkanmalar başlayacak olursa, bunun tek nedeni besleme ünitesindeki aşınmalardır. Besleme ünitesinde hava kaçakları artacak olursa, malzeme taşımada kullanılan hava miktarı düşecektir. Böylece hava kaçaklarından sonra arta kalan volümetrik hava debisi, havanın taşınması için yeterli olmayacağından taşıma hattı tıkanacaktır. Malzeme sürtünmesinden dolayı vida (helezon) dış çapında oluşan azalma, sürgülü vanaların oturma yüzeylerinde oluşan aşınma ve valf kanatlarının boyutundaki azalma, hava kaçaklarını arttıracaktır. Sözkonusu sorun için en basit çözüm, basınçlı hava ünitesinin kapasitesini çeşitli yöntemlerle arttırarak, kaçak miktarının dengelenmesi şeklinde olmakla birlikte, en ideal çözüm, aşınmış elemanların değiştirilmesi olacaktır. Hava debisinin artırılmasında imalatçı firmanın pnömatik ünite ile ilgili verdiği özellikler göz ardı edilmemelidir. Hava ünitesinin kumanda şeklinin a.c veya d.c motorlarla olmasına göre problemin çözümü şekillenir. Daha

pahalı olmasına rağmen d.c motorlarda debi aktarımı, sadece motor dönüş hızındaki artışla sağlanırken; a.c motorlarda, kayış kasnak sisteminin değiştirilmesiyle sağlanmaktadır.

1.1.6.5 Düşünülen Dizaynda Farklı Malzeme Taşınmasının Getireceği Sorunlar

Malzeme tipinin değiştirilmesiyle, taşıma sisteminin performansı da değişmektedir. Bir başka deyişle; herhangi bir malzemenin taşınmasında performansı yüksek olan bir sistemin

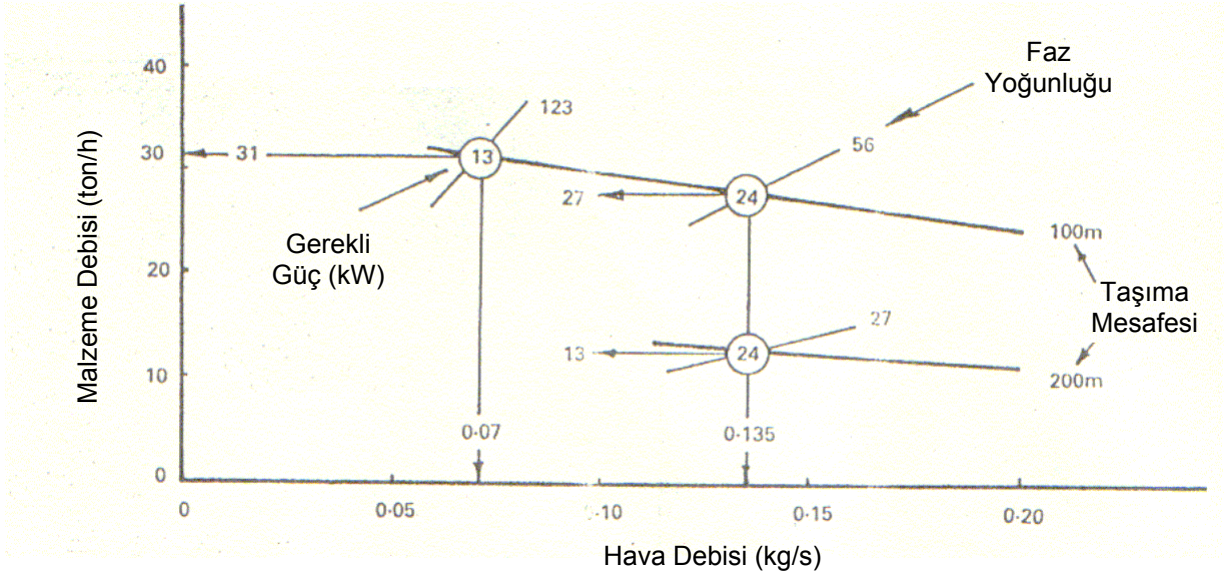


Şekil 4. Farklı iki malzemenin taşınmasında, sistemin hava ihtiyacı ile potansiyel performansının karşılaştırılması [2]

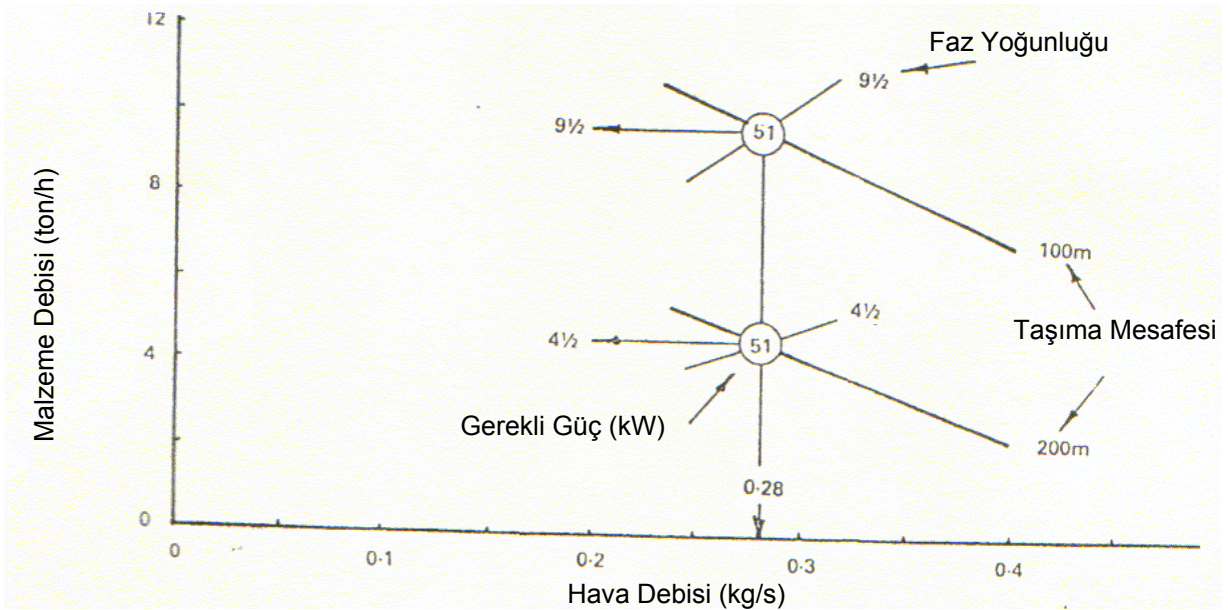
şekilden de görüleceği üzere, farklı malzemelerin taşınması için, malzeme debisine bağlı olarak hava debisinde de belirgin bir değişim gerekmektedir. Besleyici üzerinde oluşan kaçak miktarı da malzeme karakteristiklerine bağlıdır. Gereken tedbirlerin dizayn başlangıcında alınabilmesi için istemin birden fazla türde malzeme taşıyacağı önceden bilinmelidir.

1.1.6.6 Taşıma Mesafesindeki Değişimin Etkisi

Taşıma mesafesindeki artışla birlikte malzeme debisi ve faz yoğunluğunda düşüş gözlenmektedir. Dolayısıyla, mesafe arttıkça taşıyıcı hava debisinin de artırılması gerekmektedir. Bununla birlikte askıda taşınacak malzeme için, seçilecek uygun hava hızında malzemenin boru içinde çökmesine izin verilmemelidir. Aksi takdirde çalışmaya başlamadan belli bir mesafe sonra tıkanma gözlenecektir. Yoğun fazda malzeme taşımada taşıma mesafesi artınca, sabit basınç düşümü değerlerinde debinin düşürülmesi gerekecektir. Ancak düşük faz yoğunluğunda ise yüksek minimum hava hızı istendiğinden hava debisinde artış sağlanması şarttır. Şekil 5'de görüleceği üzere; faz yoğunluğu 123 olan bir malzemedeki taşıma mesafesi 100 metre iken, 0.07 kg/s'lik hava gerekirken 200 metre mesafede faz yoğunluğunun 27'ye düşmesiyle elde edilen gerekli hava debisi 0.135 kg/s olmaktadır.



Şekil 5. 75 mm'lik bir taşıma hattında basınç düşümü 2 bar olan 100 m ve 200 m'lik sistemlerde, A tipi bir malzemenin potansiyel performansı ile hava ihtiyacının karşılaştırılması [2]



Şekil 6. 75 mm'lik bir taşıma hattında basınç düşümü 2 bar olan 100 m ve 200 m'lik sistemlerde, B tipi bir malzemenin potansiyel performansı ile hava ihtiyacının karşılaştırılması [2]

1.1.6.7 Tesisatta Karşılaşılan Sorunlar

Sistem dizaynında görülen hatalar, sistemden istenen görevi yerine getirmede aksamalara yol açmaktadır. Ancak bazı özel durumlarda tesiste yapılacak küçük düzeltmelerle sorun çözülebilir. Ama yine de herşeyden önce sorunun kaynağını belirlemek gerekir. Hava debisiyle taşıma mesafesi birlikte değerlendirilirken, malzeme kontrolü de şarttır. Sulandırılmış malzemelerin taşınması halinde minimum taşıma hızında debinin değiştirilmesine gerek yoktur. Şekil 7'de görüleceği üzere; malzeme debisinde yapılacak değişimle birlikte malzemenin kontrolü de şarttır



1.1.6.7.1 Taşıma Sistemine Malzeme Beslenmesi

Kontrol edilmesi gereken ilk değişken, taşıma hattındaki basınç düşümdür. Bulunan değer hava besleme ünitesinin kapasitesini belirleyen sınırların altında ise bunun nedeni taşıma hattına malzeme beslenmesinin yetersiz olmasıdır. Taşıma hattına yeterli malzeme beslenmediği tespit edilirse o takdirde, zaman geçirmeden malzeme bunker hacmi büyütülmelidir. Beslemede hava kaçağı söz konusu ise, daha büyük kapasiteli besleyici tavsiye edilmeden önce, yapılan malzeme aktarımının yeterli olup olmadığı kontrol edilmelidir. Sürgülü valfe kaçak sözkonusu ise, bu durum malzemenin valfe gelişini etkileyecektir. Hatta sözkonusu hava kaçağı, malzemede içerisinde havalandırmaya neden olacağından dolayı, malzeme yoğunluğunun değişmesi bile mümkündür. Bu nedenle, tüm havalandırma noktalarında ve hareketli elemanlarda verimlilik gözden geçirilmelidir.

1.1.6.7.2 Taşıma Havaasının Filtrasyonu

Bilineceği üzere taşıma sistemlerinde oluşan tozun kontrolü için çeşitli metodlardan söz edilebilir. Bunlardan en çok kullanılanları; gravite çökeltme odacıkları, siklonlar, bez filtrelerdir. Bunlara ait detay bilgiler, imalatçı firmalara göre değişiklik göstermektedir. Tüm hakkında detay bilgi vermek oldukça zor olacağından, sadece bez filtrelerle ilgili özet bilgi Tablo 2’de kullanıma sunulmuştur. Bu bilgiler dizayn yapanlara yardımcı olacaktır. Bu üç metot tek tek incelenecek olursa, bunların birbirlerine göre birçok yönden üstünlükleri olabilir. Ancak filtrasyon açısından değerlendirme yapıldığında, bez filtrelerle çok daha iyi sonuçlar elde edilmiştir.

Tablo 2. Çok kullanılan filtre bezleri ve özellikleri

Malzeme	Çalışma sıcaklığı °C	Aside duyarlılık	Alkaliilere duyarlılık	Aşınmaya duyarlılık
Pamuk	82	Zayıf	Çok iyi	Çok iyi
Yün	93	İyi	Zayıf	İyi
Naylon	93	Orta	Mükemmel	Mükemmel
Polypropilen	93	Mükemmel	Mükemmel	Mükemmel
Orlan	127	İyi	İyi	İyi
Terilen	149	orta	İyi	İyi
Dakron	135	İyi	İyi	Çok iyi
Teflon	260	Ağır	Ağır	Orta
Fiberglas	260	Orta/iyi	Orta/iyi	İyi



Temizleme işlemlerinin yeterince yapıldığından emin olmak için, filtrasyonda kullanılan ve değiştirilmesi mümkün filtre bezlerinin kontrolü şarttır. Filtre boyutu hatalı seçilmişse, sistemde basınç düşümü yüksek olabilir. Genelde filtrelemede kullanılan filtrasyon alanı, volümetrik hava debisine bağlıdır. Yer sorunu yoksa, ek ünite ile sorun giderilebilir. Aksi takdirde sistem daha büyük kapasiteli filtrasyon birimi ile takviye edilmelidir. Filtrelerde toplanan tozun neden olacağı basınç düşümünü azaltmak için üç ana metottan söz edilebilir. Bu metotlar sırasıyla; titreşim metotları, ters hava geçirme metotları ve hava jeti kullanan metotlar şeklindedir. Temizleme metodunun seçimi yapılırken, oluşacak toz miktarının yanısıra, sistemin sürekli veya kesikli çalışıyor olması da dikkate alınmalıdır. Mekanik titreşimli sistemlerde; temizlenecek bölmenin çalışma ortamından izole edilmesi gerekir. Bez taşıyan borunun yatay veya düşey yönde titreşmesi şartıyla, üstten yataklanmıştır. Toplanan toz toprakları kırılıp, alttaki toz toplama bunkerine atılır. Titreşim elle veya motorize kumanda ile yapılabilir. Ancak elektrik kumanda ile titreşim sözkonusu iken, meydana gelebilecek herhangi bir kaçak, sistemde yangına neden olabilir. Bunun yanısıra, bu tür sistemlerde çok nadir olmakla beraber, toz patlaması görülebileceğinden, önceden önlem alınmalıdır.

1.1.6.8 Sistemin Taşıma Debisinde Belli Bir Süre Sonra Düşüş Gözlenmesi

Sistemin çalışmasından belli bir süre sonra; taşıma miktarındaki düşüşün sebebi, sistemde oluşan aşınma ve boru hattındaki birikmelerdir.

1.1.6.8.1 Sistem Elemanlarındaki Aşınma

Taşınacak malzemenin aşındırıcı olması özellikle vidalı taşıyıcılar ve sürgülü valflerde aşınmayı hızlandıracağından, besleme ünitesinde kaçaklar artacaktır. Bu artış zamanla, taşımada kullanılacak hava debisini düşürecektir. Dolayısıyla aşınmanın malzeme akış debisi üzerindeki etkisi, taşınacak malzemenin özelliklerine bağlıdır. Negatif ve kombine negatif-pozitif basınçlı sistemlerde aşınmadan dolayı, filtrasyon sistemleri tercih edilmezler. Hava besleme ünitesinde görülen aşınmanın nedeni ise, üniteden geçen malzemelerdir. Aşınma, besleme ünitesinde zaman içinde performans düşüklüğüne neden olacaktır. Basma hattına yerleştirilecek manometre, performans değişikliğini gözlemek için kullanılabilir.

1.1.6.8.2 Taşıma Hattındaki Malzeme Tabakaları

Çok küçük taneli (karbon siyahı ve titanyum oksit gibi), nemli ve hidroskopik malzemelerin taşıyıcı boru cidarında ek bir tabaka oluşturmaları mümkündür. Bunun sebebi, sözkonusu malzemelerin boru cidarına yapışmalarıdır. Ek tabaka oluşumunu önlemek için, boru hattındaki akış hızı artırılmakta fakat bu durum aynı zamanda, sistemdeki basınç düşümünün de artmasına neden olmaktadır. Tabaka kalınlığı artınca boru kesit alanı düşecek, dolayısıyla hız artışı basınç düşümündeki artışı da hızlandıracaktır. Taşıma çevrimi sonunda biriken malzeme tabakalarından kurtulmak için, genelde boru hattında meydana gelen titreşim yeterli olmaktadır. Temizleme verimliliği; boşta çalışma anında, hat üzerindeki basınç düşümüyle kıyaslanarak kontrol edilebilir. Boru hattı yeterince temizlenemiyorsa o zaman, tüm tesisatın değiştirilmesi düşünülmelidir. Bu tip sorunlardan kurtulmak için en çok tercih edilen yöntemlerden birisi, özellikle boru taşıma hattı girişinden itibaren belli mesafelerde esnek boru tesisatı kullanımıdır. Çünkü, ek malzeme tabakasından arındırılmaları daha kolay olmaktadır.

1.1.6.9 Sistemin Taşıma Debisinde Belli Bir Süre Sonra Artış Gözlenmesi

Sistemdeki, performans gelişimi, sistemin dengeye oturduğunu gösterir. Ancak bu çok az görülen bir durumdur.



1.1.6.9.1 Tesisattaki Aşınma

1.1.6.8.1' de açıklandığı üzere; taşımada kullanılan hava miktarındaki düşüş, tesisatta malzeme miktarını artıracığından dolayı sistem elemanlarındaki aşınma dikkate alınmasa bile tıkanma önlenemeyecektir. Ayrıca malzeme taşımada hava miktarının fazla oluşu tespit edilecek olursa, o takdirde taşınacak malzeme miktarının düşürülmesi gerekecektir. Tüm bunlarla, malzeme artışıyla birlikte enerji kullanımında tasarruf sağlamak mümkündür.

1.1.6.9.2 Taşıma Hattında Görülecek Aşınma

Plastik türü malzemeler için boru hattında gereken noktalar yuvarlatılarak malzemede tüylenme önlenecektir. Bazı hallerde bu türdeki boru hatlarındaki basınç düşümü, pürüzsüz bir cidara sahip küçük çaplı borulardan çok daha fazladır. Boru hattında oluşacak aşınma ile aynı miktarda malzeme taşınmak şartıyla; basınç düşümünde azalma gerçekleşirken, malzeme debisinde artış gözlemlenebilir. Her iki halde de, malzemede mutlaka tüylenmenin oluştuğu bilinmelidir.

1.1.7 Taşımada Kullanılan Sistem Türleri

1.1.7.1 Pozitif Basıncılı Sistemler

1.1.7.1.1 Çok Noktadan Besleme Hali

Pozitif beslemeli sistemlerde genelde çok noktadan besleme tavsiye edilmez. Çünkü sürgülü valflerde olduğu üzere, malzeme besleme cihazlarındaki hava kaçağı büyük problemler yaratabilmektedir. Ayrıca besleme noktalarındaki hava kaçağı enerji kayıplarına da neden olmaktadır. Söz konusu problemler besleme noktalarına izolasyon valflerinin ilavesiyle giderilse de, bunun sistem maliyetini arttıracığı bilinmelidir. Çoklu besleme sisteminde, her noktaya ait kaçak havasının hassas olarak tespiti oldukça zor olduğundan, basılması gereken hava debisini sağlamak mümkün olmayabilir.

1.1.7.2 Negatif Basıncılı Sistemler

Bu türdeki sistemlerde en çok karşılaşılan sorun vakum kaybı olarak bilinir. Vakum kaybı da genellikle yığın modülü ve kesikli çalışmalarda görülür. Söz konusu problemin sebebi ise, malzeme toplama kabının tabanına yerleştirilmiş çıkış klapesinin yeterince sızdırmazlık yapamaması olarak bilinmektedir. Üniteye mevcut lobları aşınmış veya parçalanmış filtre elemanlarından korumak için ünite girişine ikinci bir filtrenin montajı tavsiye edilmektedir.

1.1.7.2.1 Taşınan Malzemenin Çok Noktadan Alınması

Çok noktadan malzeme alınması söz konusu ise; boru hattında karmaşık düzenleme ve izolasyon valfleri gerekeceği için negatif basınçlı sistemler tavsiye edilmez. Sistemde karşılaşılan hava kaçağı, olumsuz etki yaratacağı için, menfezlerdeki valf düzeninde sızdırmazlık sorununun olmaması gerekir.

1.1.7.2.2 Taşıma Sistemine Dış Ortamdan Hava Girişi

Negatif basınçlı hava sistemine dış ortamdan hava girişi söz konusu olduğu zaman, oluşan kaçak havanın geçtiği boru hattı boyunca hız dengesini bozacaktır. Ancak hava ünitesine yeterince hava girişine izin verilmeyecek olursa, sistemde oluşacak tıkanma kaçınılmazdır. Taşınacak malzemedeki aşındırıcı ve bağlantı noktaları sert metal veya seramikten imal edilmiş ise, sisteme girecek hava genelde esnek kesitlerden oluşur. (örn.gemi yükleme tesisleri)



1.1.7.3 Bileşik Negatif ve Pozitif Basıncılı Sistemler

Mevcut gücün sözkonusu iki sisteme paylaşılması gerekir. Root tipi blower kullanılıyorsa, üfleme ve vakum için basınç kapasitesi, tek işleme göre daha düşük olacaktır. Bu sistemlerde çalışma basınçları da farklıdır. Root tipi blower kullanımında 2:1' lik basınç oranı üst limit olarak düşünülebilir. Böylece maksimum taşıma basıncı 2 bar (mutlak) ise oran'dan 1 bar çıkacağı için negatif basınçlı sistem için değer $-0,5$ bar (0,5 bar mutlak) olacaktır. İki farklı sistem kullanılması halinde; iki sisteme ait boru çapları da farklı olacaktır. Dolayısıyla, iki sisteme ait hava kaçakları da farklı olacağından sistemde oluşan dengesizlik malzeme aktarımında da değişikliklere sebep olacaktır. Bundan dolayı, sisteme ait çalışma basıncı, boru çapları ve hava akış debisine gereken özen gösterilmelidir.

1.1.8 Fan Sistemleri

Kullanılacak fan'ın performans karakteristiklerine göre, düşük malzeme debisinde yüksek taşıma hızı, düşük malzeme debisinde ise yüksek malzeme debisi söz konusudur. Fan sistemi düşük malzeme debisinde çalıştırılacak olursa, yüksek hava akış hızlarının, malzeme boyutunun küçülmesine veya sistemde aşınmaya yol açtığı bilinmektedir. Bunlar da filtrasyon sisteminde istenmeyen etkiler yaratmaktadır.

1.2 Sistemdeki Elemanların Etkileri

Pnömatik sistemlerde karşılaşılan problemlerin bir çoğu, sistemi oluşturan elemanlardan kaynaklanmaktadır. Sözkonusu problemler genelde, hatalı özellikte ekipman seçiminden veya malzeme özelliklerinin dikkate alınmamasından ortaya çıkmaktadır. Ancak sorun çoğu kez, vidalı besleyiciler kullanıldığı zaman ortaya çıkmaktadır.

1.2.1 Basıncılı Hava Üretim Üniteleri

Blowerlerdeki hareketli lobların dar toleranslarda işlenmiş olmaları, aranan kriterlerin başında gelmektedir. 1854 yılında kullanıma açılan bu üniteler, başlangıçta rotatif pozitif blower olarak devreye alınmış olup, çift yönde çalışabilmektedirler. Bir yönde blower, diğer yönde ise vakum pompası olarak kullanılmaları mümkündür. Çalışma basıncı genelde 1 bar'ı aşmaz. $500 \text{ m}^3/\text{lük}$ debiye ulaşanları bile mevcuttur. Makinaya girecek herhangi türde bir toz veya yabancı madde çok ciddi hasarlara neden olabilir. Malzemelerin üniteye geri dönüşlerini önlemek için; giriş tarafına bir çek valf, ayrıca tozlu ortamdaki çalışmalarda kullanılmak üzere, ünite girişine mutlaka bir hava filtresi yerleştirilmelidir. Filtrenin belli aralıklarda temizlenmesi veya değiştirilmesi tavsiye edilir. Filtredeki gözlerin dolması, blowerde olumsuz bir etki yaratacağı için, tozlu ortamlardan uzakta çalıştırılmaları tavsiye edilir. Pnömatik sistemin çalışma karakteristiklerinde, kademeli olarak bir değişim gözleniyorsa bunun nedeni blowerdeki aşınmadır. Ayrıca blowere tozlu hava girişi sözkonusu ise bu da yine zamanla performansta bozulmalara neden olmaktadır.

1.2.2 Sürgülü Valfler

Sürgülü valfler düşük basınçlı sistemlerde en çok kullanılan elemanların başında gelmektedir. Geniş seçim aralığında çok farklı boyutlarda olabilirler. Çok çeşitli türleri vardır. Sahip oldukları besleme mekanizması, birçok problemin çıkmasına neden olmaktadır. Pozitif basınçlı sistemlerde hava kaçaklarını engellemek için gereken önlemler alınmalıdır. Sözkonusu valflerde akış kontrolü, rotor dönüş hızının kontrolüyle yapılmaktadır. Kontrol değişken olabileceği gibi, kademeli de olabilir. Çok sayıda sürgülü valf tek tip malzemeden imal edilmiş olup, tek tip malzeme aktarımı için kullanılmaktadır. Taşıma mesafesi değişirse, buna bağlı olarak malzeme debisinde de değişim gözlenecektir. Farklı malzeme taşınacak ise; malzeme için kullanılan boru hattı ve sürgülü valf karakteristikleri de farklı olacaktır. Besleyici volümetrik türden ise özellikle sürgülü valf, malzemenin yığın (bulk) yoğunluğunun etkisinde kalacaktır. Taneli malzeme aktarımında oluşacak titreşim, sürgülü



valf ve çevirici motor ömrünü azaltacaktır. Yapışkan malzemelerin, rotor ceplerinden çıkışı zor olacağından gerekli önlemlerin alınmasında yarar vardır. Bu nedenle valf içinden geçirilecek malzemenin kolayca akabildiği valf türleri seçilmelidir. Aktarılacak malzeme türüne göre rotor ceplerinin durumu ele alınmalıdır. Rotor ceplerinin taşınacak malzemeye göre dizaynı daha yararlı olacaktır. Taneli malzemelerde daha derin, yapışkan malzemelerde ise, köşeleri yuvarlatılmış derinliği daha az rotor cepleri uygun olacaktır. Sürgülü valfte oluşacak kaçak rotor uçlarındaki aralığa, valfdeki basınç düşümüne ve taşınacak malzemenin debisine bağlıdır. Valfteki kaçak, tüm sistemdeki enerji kaybını tanımlar. Valflerin genelde, aşındırıcı malzeme taşınmasında kullanımı tavsiye edilmez. Sözkonusu kaçaklarda, hızın yüksek olması malzeme erozyonuna da neden olacaktır.

1.2.5 Filtreler

1.2.5.1 Taşınacak Malzeme Yapısındaki Değişimin Etkisi

Filtre bezleri veya perdelerin yüksek debiye sahip toz malzemeyle çok hızlı bir şekilde tıkanması söz konusu olacağından, filtre üzerindeki basınç düşümü artacak ve sonuçta tüm sisteme ait güç ihtiyacı da artmış olacaktır. Bunun için taşınacak malzeme numunesi, filtre imalatçısına önceden verilerek önlem alınmalıdır. Bez filtreler, toz malzeme ile kademeli olarak tıkanmakta ve titreşimle temizlenmesi oldukça zor olmaktadır. Filtre torbalarda tıkanma varsa; bunların belirli zaman aralıklarında değiştirilmeleri yararlı olacaktır. Boşta çalışma anında basınç düşümü belli ise, filtrelerin performansı da kolayca tahmin edilmektedir. Negatif basınçlı sistemlerde, hava emilme hattı ile toplama kabı arasındaki basınç farkı, filtrenin tıkalı olup olmadığını gösterecektir. Filtrasyon elemanının toplam geçirici alanı, taşınacak malzemenin volümetrik debisine bağlıdır.

1.3 Taşıma Sistemiyle İlgili Problemler

1.3.1 Taşıma Sistemi Ortamında Kot Farkının Etkisi

Yerel hava basıncı ve ortam sıcaklığı dikkate alınmak şartıyla; deniz seviyesine göre, taşımanın yapıldığı yere ait kot farkı, taşımada sorun yaratmaz. Ancak sözkonusu parametreler, basınçlı hava ünitesinin özelliklerinde ve ayrıca filtre boyutunda etkili olurlar. Sıcaklıktaki değişim çok büyük ise, boru hattında meydana gelecek yoğunlaşma özellikle bina dışında kaçınılmaz olacaktır. Ancak bu sorun kurutma işlemiyle kolayca yok edilmektedir.

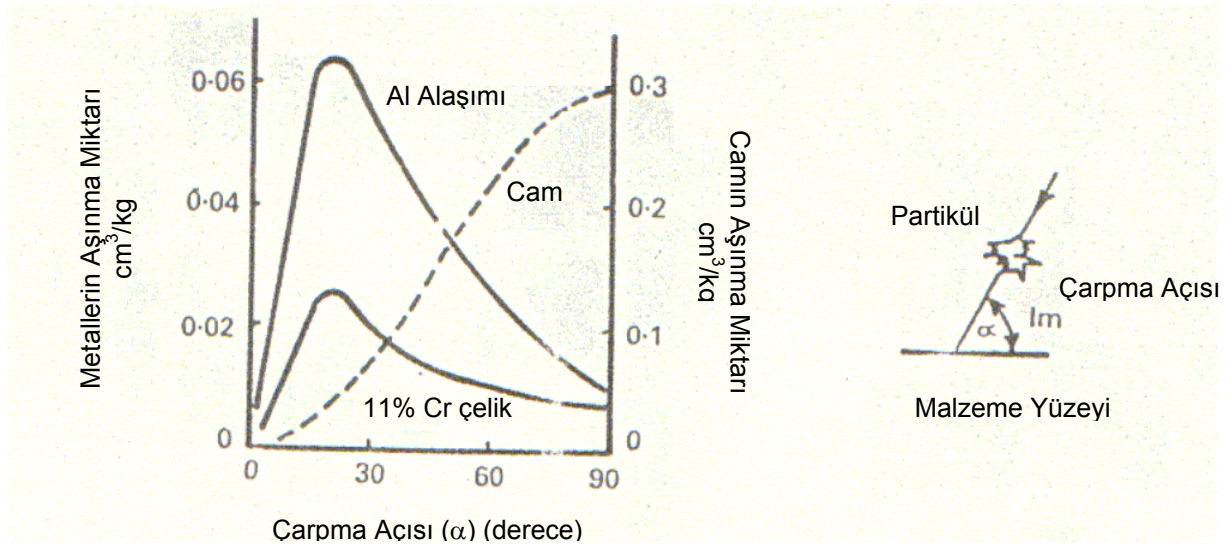
1.3.2. Taşıma Sistemindeki Statik Elektrik Etkisi

Pnömatik sistemler statik elektrik üretebilen jeneratörler olarak düşünülebilir. Boru cidarına sürtünerek hareket eden partiküller, oluşan statik elektriği toplama kabına kadar taşırlar. İletken olmayan malzemelerde ise, sözkonusu yük izole edilmiş ortamdan toprağa boşaltılmadığı için, sistemi besleyen kaptaki malzeme birikimi olacaktır. İletken tozlar, hava ortamında askıda oldukları zaman sorun yaratmaktadırlar. Genelde toplama kabında toplanan yüksek gerilim, hava içinden geçecek derecede yüksek enerjiye sahip ise, kıvılcım oluşumuyla birlikte sistemde patlamalara neden olacaktır. Bundan dolayı elektrostatik problemlerden kurtulmak için, metalik konstrüksiyona sahip sistemlerin mutlaka topraklanmaları gerekir. Flanşlı bağlantılara ark atlama olabileceği için, ayrıca özen gösterilmesi şarttır. Sistemde titreşim önleyici kauçuk ve plastik malzeme kullanılıyorsa bunların da kontrol edilmeleri gereklidir. Topraklama yeterince ve düzenli bir şekilde yapılmış olsa bile, sistemde özellikle boru hattında bir miktar statik elektrik kalabilmektedir. Bu birikimin, sistemde çalışan elemanlarda hasar yaratmaması için, bunlara anti-statik elbise giydirilmesi tavsiye edilir. Malzeme üzerinde biriken statik elektrik, ortama ait mutlak nem miktarının artmasıyla azalacaktır. Böylece; taşıma havasındaki mutlak nem miktarının % 60-70 oranında artırılması, statik elektrik oluşumunu düşürecektir. Higroskopik malzemelerde, statik elektrik kontrolü nem kullanılarak yapılmamalıdır.



1.3.3. Taşıma Sisteminde Oluşan Aşınmanın Nedenleri

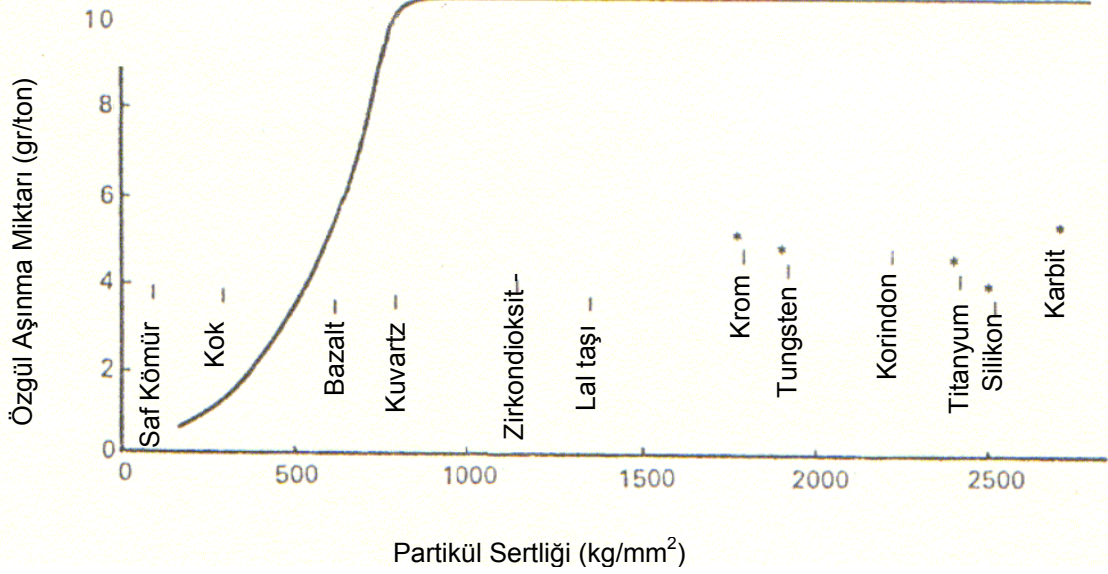
Taşınacak malzeme sertliği, sistem elemanlarından daha yüksek ise, sistemde partikülün temas ettiği tüm noktalarda aşınma kaçınılmazdır. Bundan dolayı aşındırıcı malzeme nakli gerektiğinde, endüstriyel kuruluşların pnömatik taşımadan uzak durdukları bir gerçektir. Özellikle petrokimya sanayinde, sistemin programsız durdurulmasına kadar giden boru aşınması, en büyük problemlerin başında gelmektedir. Düzgün boru hatlarında çok az görülse de, kesitlerde oluşan salgı veya yüzey pürüzlülüğü ciddi aşınma sorunları yaratmaktadır. Aşınmanın en çok görüldüğü kısımlar, laterallerdeki ayrılma noktaları ile saptırıcılardaki boru dirsekleridir. Şekil 6'da, Araştırmacı Tilly (Wear, 1969) yaptığı çalışmada, üç ayrı malzemenin belli çarpma açılarındaki aşınma miktarını incelemiştir. Üç malzemede farklı özellikler göstermiştir. Şekilden görüleceği üzere; kırılğan ve sünek malzemeler aşınmaya karşı farklı özellikler gösterirler. Sünek malzemelerde (düşük karbonlu çelikler, bakır ve alüminyum, vb) yüzeyden malzeme aşındırılması, plastik deformasyonla mümkündür. Boruyu aşındıran partiküllerin önünde çatlak oluşumu yoktur, hacim, çarpan partikülün aşındırma ve yerdeğiştirme kapasitesine bağlıdır. Kırılğan malzemelerde ise (cam, seramikler, beton, vb) aşındırılan malzeme miktarı, malzemedeki çatlığa bağlıdır. Çok sert karbonlu çelikler ve bazı alaşımlı çelikler söz konusu her iki malzeme özelliklerini de taşıyabilirler. Dirseklerdeki aşınmanın sebebi, taşımada kullanılan boru hattı malzemesidir. Sünek malzeme kullanılması halinde, küçük yarıçaplı dirsek kullanılacak olursa aşınmanın hızlı bir şekilde gerçekleşmesi önlenecektir. Kırılğan malzeme (seramik, siyah mermer vb.) söz konusu ise, oldukça uzun yarıçaplı dirsek kullanımı tavsiye edilmektedir.



Şekil 7. Farklı malzeme yüzeyleri için çarpma açısıyla aşınma miktarının değişimi [2]

1.3.4 Taşınacak Malzeme Sertliğinin Aşınmaya Etkisi

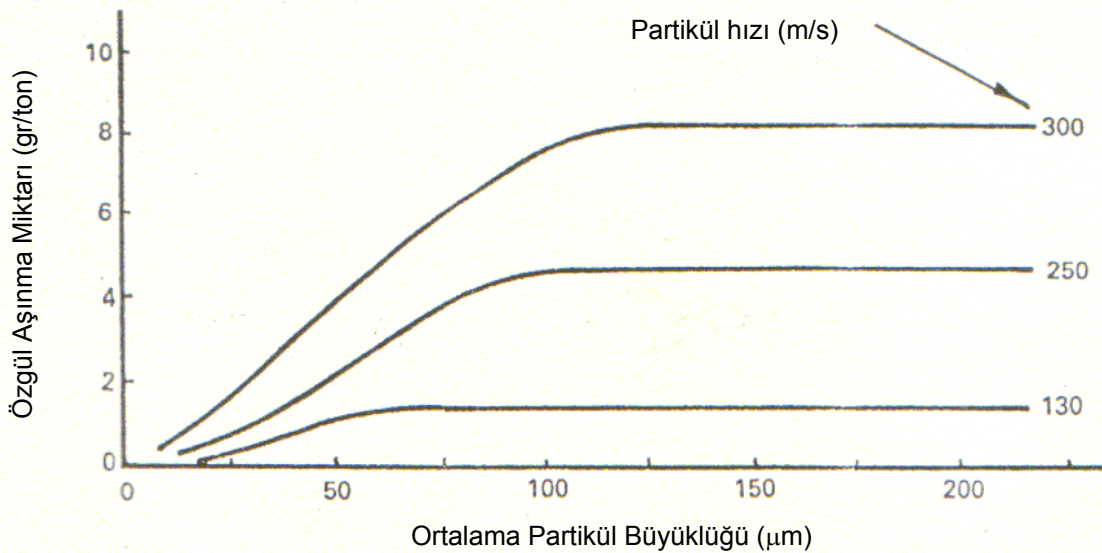
Partikül sertliğiyle birlikte malzemedeki aşınma da artmaktadır. Taşınacak malzeme sivri uçlu veya yuvarlak ise, aşınma daha da artmaktadır. Aşınma miktarının artmadığı maksimum malzeme sertliği 800 kgf/mm² mertebesinde dir. Çelik dirseklerde, partikül sertliğinin aşınmaya etkisi Şekil 7' de ifade edilmektedir.



Şekil 8. Partikül Sertliği 0F(Aşınma miktarı) [2]

1.3.4 Taşınacak Malzemedeki Tane Boyutunun Etkisi

Bilindiği üzere taşınacak malzemelerde tane boyutları değişiklik göstermektedir. Tane boyutunun belli bir değerinden sonra, malzemenin aşınmasında bir artış oluşmaz. Araştırmacı Tilly'e göre; pnömatik taşımada kullanılan 60 mikron'un üzerindeki normal hızlarda sözkonusu teori geçerlidir. Çok ince taneli malzemelerde, dirseklerde oluşan sekonder akışlar hızlı aşınmaya neden olacaktır.



Şekil 9. Partikül Büyüklüğü =F(aşınma miktarı) [2]



1.3.5 Taşıma Sisteminde Oluşan Patlamalar

Patlamaların nedeni olarak, pnömatik taşımada oluşacak toz bulutları gösterilebilir. Hava içerisine yayılmış olan toz halindeki gıda malzemeleri, plastikler, kimyasal veya ilaç ham maddeleri, metal tozları gibi birçok malzemede kıvılcım veya ateşleme mevcut olduğu sürece, alevin yayılması çok hızlı olacaktır. Yapılan araştırmalar patlama riskinin her zaman ikiyüz mikronun altında olduğunu göstermektedir. Ateşleme oluşması için, doğrudan kıvılcım oluşturma ve sistemde bulunan yüksek sıcaklıktaki yüzeyler şeklinde iki farklı kaynaktan söz edilir. Sürgülü valflerde kullanılan yataklar yeterince korunamıyorsa veya valfin sıkışması söz konusu ise, kıvılcım kaçınılmaz hale gelir. Bunların dışında, hareketli elemanlara sahip tüm ünitelerde benzer kontrollerin yapılması gerekir. Patlamaları önleyebilmek için kullanılan bir başka yöntem de taşıma havasındaki oksijen miktarını düşürmektir.

1.4 Taşınacak Malzeme İle İlgili Problemler

Plastik pelletler, polietilenler ve polysterler gibi taşınacak malzemelerde görülen tüylenme, filtre ve saptırıcılarda tıkanmalara neden olan sorunların başında gelmektedir. Söz konusu sorun, genellikle boru hattında yapılacak olan bir iyileştirme ile çözümlenebilir. Taşınacak malzemede yapışkanlık söz konusu ise; sistemde bulunan bunkerin çıkışında sorun yaşanabilir. Taşınacak malzeme taneli ise, taşıma hattına aktarımı sırasında sorun oluşabilir. Asıl sorun sürgülü valflerde ve blow-tanklarda görülmektedir. Büyük taneli malzemelerin taşınmasında dikkat edilecek hususların başında; söz konusu boru çapının, en büyük tane boyutunun üç katından daha fazla olmasına dikkat edilmelidir.

SONUÇ

Pnömatik taşıma sisteminin dizaynı, daha önce kazanılmış tecrübeler ve test sonuçlarına göre yapıldığında, çok daha başarılı sonuçlar alınabilir. Ancak bir çok imalatçı firma, kazandığı çok çeşitli sistem bilgilerini kullanıma açmakta isteksiz görünmektedirler. Potansiyel kullanıcılar ise, çalışma problemlerini önceden bildikleri için, pnömatik sistem kullanımında isteksizdirler. Hatta, zaman içinde karşılaştıkları sistem sorunlarına ait çözümleri, ortak kullanıma sunmakta tereddüt ettikleri bile gözlenmektedir. Farklı özelliklere sahip, farklı malzemeler pnömatik sistemde değişiklikler gerektireceğinden, sistemin çok iyi tanınması şarttır. Pnömatik sistemlerdeki taşıyıcı tesisatın, taşıyıcı akışkanın ve sistem elemanlarının belli periyotlarda sorun yaratacağı açıktır. Bunlara anında çözüm bulabilmek için; sorunların neler olacağı önceden bilindiği sürece, kesintisiz taşıma mümkündür. Pnömatik sistemde karşılaşılan problemler, genellikle sistemin ilk devreye alınmasında veya zaman içinde sistem elemanlarındaki aşınmayla ortaya çıkmaktadır. Yapılan çalışma, oluşacak sorunlar ve çözümlerini dört ana başlık altında toplamış olup, bunların çok iyi incelenmeleri halinde pnömatik taşımadaki sorunlara çözüm getirecektir.

KAYNAKLAR

- [1] PANCAR Y.,Pnömatik, Teori ve Kontrol Prensipleri, O.G.Ü, Müh.Mim Fakültesi, Eskişehir, 1997
- [2] MILLS D.,Pneumatic Conveying Design Guide, Butterworths, London, 1990, ISBN 0-408- 04719
- [3] Compressed Air Systems, Buying Guide and Tech.Handbook, www.airhewads.net
- [4] Pnömatik Teknolojisi Eğitim Kitabı, Entek Pnömatik San.Tic.Ltd.Şti,www.entek.com.tr, ISBN 975-95895-2-4
- [5] PANCAR Y.,Hidrolik ve Pnömatik Trans., (Ders notları, O.G.Üniversitesi, Müh.Mim.Fakültesi)



ÖZGEÇMİŞLER

H. Sevil ERGÜR

1993 yılında Eskişehir Anadolu Lisesi'nde lise öğrenimini tamamladı. Eskişehir Osmangazi Üniversitesi Mühendislik Mimarlık Fakültesi Makina Mühendisliği Bölümü'nden 1997 yılında Makina Mühendisi, 2000 yılında Makina Yüksek Mühendisi derecelerini aldı. 1999 yılından itibaren Prof. Dr. Yaşar PANCAR'ın danışmanlığında, Hidrolik Makinalar, Hidrolik-Pnömatik Sistemler, Akışkanlar Mekaniği ve Yapay Sinir Ağları üzerinde çalışmaları devam etmektedir. 2001 yılından itibaren Eskişehir Osmangazi Üniversitesi Makina Mühendisliği-Enerji ABD' de Su Jetiyle Kesme konulu doktora çalışmasını sürdürmektedir.

İrfan ÜREYEN

1956 yılında Eskişehir' in Sivrihisar ilçesinde doğdu. Eskişehir Devlet Mühendislik Mimarlık Akademisi'nden 1978 yılında Makina Mühendisi, Anadolu Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü'nden 1986 yılında Makina Yüksek Mühendisi, 1994 yılında da Eskişehir Osmangazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü'nden doktora derecelerini aldı. 1979 yılında özel sektörde göreve başladı. 1983 yılında Anadolu Üniversitesi Mühendislik Mimarlık Fakültesi Bölümü'nde uzman olarak göreve başladı. 1995 yılında Eskişehir Osmangazi Üniversitesi Mühendislik Mimarlık Fakültesi Makina Mühendisliği Bölümü'nde Yardımcı Doçent oldu. Halen Eskişehir Osmangazi Üniversitesi Mühendislik Mimarlık Fakültesi Makina Mühendisliği Bölümü'nde görev yapmaktadır. Çalışma alanları Yağlama Tekniği, Hidrolik Ölçmeler ve Hidrolik Devrelerdir.

Yılmaz YÖRÜ

1974 yılı Eskişehir doğumludur. 1997 yılında Eskişehir Osmangazi Üniversitesi Mühendislik-Mimarlık Fakültesi Makine Mühendisliği Bölümünde lisans derecesi, 2000 yılında Yüksek lisans derecesini aldı. 1997 yılından itibaren araştırma görevlisidir. Halen Hidrolik Makinalar, Hidrolik Makine Tasarımı, Hidrolik Devreler, Makina laboratuvarı derslerini asiste etmektedir.