

BASINÇLI HAVA İLE ÜRETİLEN VAKUMUN ENDÜSTRİYEL UYGULAMALARI

Mustafa KARATAŞ

ÖZET

Otomotiv, gıda, temizlik ve ambalaj gibi seri üretim olan sektörlerde otomasyonla taşıma işlemlerinde vakum uygulamaları sıklıkla kullanılmaktadır. Basınçlı hava kullanarak venturi prensibiyle çalışan vakum üreteçleri, ölçüsel olarak kompakt ve hafif oluşu sayesinde kullanımı gün geçtikçe artmaktadır. Enerji tasarrufu ve bakım konusunda vakum sistemlerinin daha verimli ve sorunsuz olarak çalışması için yapılan yeni nesil ürünlerle enerji tüketimi azaltılmış, bakım maliyetleri de düşürülmüştür. Ayrıca katriç tipi ürünlerle, kullanım noktasına mümkün olduğunca yaklaşılarak cevap verme süreleri daha hızlı hale getirilmiştir. Bu çalışmada, vakum üretimi hakkında teknik bilgiler, enerji verimliliğini arttırıcı yöntemler, otomotiv ve paketlenme sektöründe yapılan uygulamalar ele alınacaktır.

Anahtar Kelimeler: Vakum, Taşıma, Tasarruf, Basınçlı Hava, Katriç, Venturi.

ABSTRACT

Automotive, food, cleaning and packaging industries are used transfer system via vacuum applications. Vacuum ejectors that works. By using of pressured air and Venturi principle, the compact shape and easy application of vacuum elements the usage of this products rises day by day. With new kind of energy saving products in vacuum technology, maintenance costs and energy consumption decreases exponentially, Also with cartridge type products, we can come closer to the point of work so that response times are shortened. In this article, we will issue technical information about vacuum generation, ways to increase energy efficiency, applications in automotive and packaging industries.

Key Words: Vacuum, Transfer, Energy saving, Pressured Air, Cartridge, Venturi.

1. GİRİŞ

Vakum, başlıca; taşıma, temizlik, paketlenme, kimyasal uygulamalarda sıklıkla kullanılan bir yöntemdir. Bu bildiride, endüstriyel anlamda yaygın olarak taşımada kullanılan vakum sistemleri ve en son gelişmelerle ilgili konular yer almaktadır.

2. VAKUM

Atmosferi oluşturan gazlar, ağırlıkları ile cisimler üzerine bir kuvvet uygular. Bu kuvvete atmosfer basıncı denir. Atmosfer basıncı barometre ile ölçülür ve milibar (mbar) birimi ile değerlendirilir. 45° enleminde, 15°C sıcaklığındaki deniz seviyesinde ölçülen açık hava basıncı değeri 1013 mbar'dır. Bu değer deniz seviyesinden yukarı doğru hareket edildikçe azalacaktır.

Endüstride akışkan sistemlerinde basınç ölçme amacıyla manometreler kullanılır. Manometreler genellikle, atmosfer basıncını başlangıç olarak kabul eder. Bunun sonucu olarak, atmosfer basıncı

üstündeki bölgeler pozitif basınç bölgeleri, atmosfer basıncı altındaki bölgelere negatif basınç bölgeleri ya da vakum denir. Vakum oluşumunun en temel tanımı; kapalı bir hacim içerisinde bulunan atmosfer havasını boşaltarak, sistemin basıncını atmosfer basıncı altına düşürmektir.

Vakum kullanımını, çalıştığımız vakum seviyesine göre üç guruba ayırılır:

1. Düşük Vakum	0 – (-20 kPa)	fan ve blower sistemleri	%20
2. Endüstriyel Vakum	(-20kPa) - (-85kPa)	taşıma, tutma	%70
3. Derin Vakum	(-85kPa) - (-101kPa)	laboratuvar, paketlenme	%10

Buradan yola çıkarak, vakum kullanımının en yaygın olduğu alan %70'lik bir oranla endüstriyel vakumdur.[1]

3. VAKUM ÜRETİMİ

Vakum üretimindeki klasik yöntem, elektrik motorlarının kullanıldığı elektrikli vakum pompaları kullanmaktır.

Özellikle, seri üretim sistemlerinde robotların devreye girmesiyle ve otomasyon sistemlerinin yoğun bir şekilde kullanımının artmasıyla, servo motorların çalışma sınırları, robotların taşıyacağı ağırlıkları çok önemli kılmıştır. Yapılan kontrüksiyonlarda, ağırlığı azaltıcı yöntem ve malzeme tipleri tercih edilmektedir.

Elektrikli vakum pompaları, ağırlıkları nedeniyle sisteme uzak noktalara konulmak zorunda olduğundan, vakum tüketim noktasına olan uzaklığın artması vakum seviyelerinin düşmesine bir anlamda üretilen enerjinin kaybolmasına neden olmaktadır.

2009 sonrası yaşanan küresel mali kriz enerjiyi verimli kullanma, enerji tasarrufu gibi konular, işletme giderlerini düşürme adına büyük önem kazanmıştır. Aşağıdaki tabloda üreteç tipleri mevcuttur.

Tablo 1. Vakum Üreteci Tipleri.

Özellikler	Çok Nozullu Pompa	Tek Nozullu Pompa	Elektrikli Pompa
Temel bilgiler ve tasarım tipleri			
Enerji kaynağı	Basınçlı hava (2.5~6bar)	Basınçlı hava (4~6bar)	Elektrik motor
Derin Vakum Üretimi	Farklı üreteç seçenekleriyle mümkün	Mümkün değil	Mümkün, fakat uzun sürede
Enerji tüketimi	Hava tasarrufu kitiyle düşük	Yüksek hava tüketimi	Sürekli vakum ihtiyacı olan sistemler için yüksek
Bakım ve dayanım	Parça değişmeden işler hal alır Ucuz bakım maliyeti	Parça değişmeden işler hal alır Ucuz bakım maliyeti	Sürekli kırılım Bakım maliyeti yüksek Sürekli yağ kontrolü
Tasarım ve bağlama	Küçük ve hafif Kolay bağlanabilirlik Tek pompada bir çok ped	Küçük ve hafif Kolay bağlanabilirlik Tek pompada birçok ped	Özel yer gereksinimi Büyük ve ağır Yüksek fiyat Çabuk aşınma

3.1. Basıncılı Hava Kullanarak Vakum Üretimi

Basit anlamda basıncılı hava ile vakum üretiminde Venturi Prensibinden yararlanılmaktadır. Venturi Prensibini Bernoulli Denklemi ile açıklanabilir.[2]

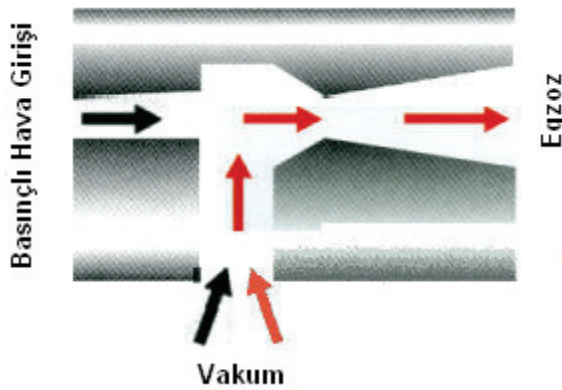
Basınç, hız ve ivme arasındaki ilişki ilk kez Bernoulli tarafından geliştirildiği için bu denklemler Bernoulli Denklemi olarak adlandırılır. Zeminden Z_1 yükseklikte U_1 hızlı akışkanın basıncı P_1 , Z_2 yükseklikte U_2 hızlı aynı akışkanın basıncı P_2 ise bu durumda Bernoulli denklemi;

$$P_1 + \frac{1}{2} \rho U_1^2 + \rho g Z_1 = P_2 + \frac{1}{2} \rho U_2^2 + \rho g Z_2 \quad (1)$$

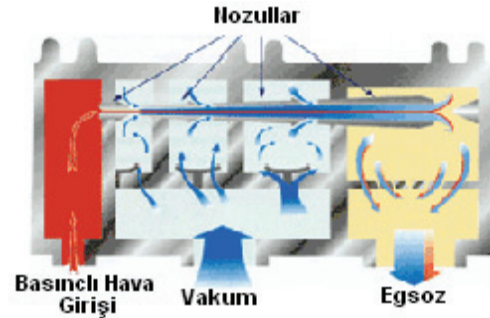
Bu denklem sürekli sıkıştırılmaz akışkanlar için Bernoulli denklemidir. Sürekli sıkıştırılabilir akışkanlar (gazlar) için Bernoulli denklemi;

$$\frac{1}{2} (U_2^2 - U_1^2) + \int \frac{dP}{\rho} = 0 \quad (2)$$

Bu formüllerden yola çıkarak Şekil 1 de kesiti gösterilen vakum üretici, kesit değişimlerinden doğan hız farkları nedeniyle (U_2 ve U_1) denklemin eşitliğinin sağlanması adına çıkış basıncının giriş basıncına göre düşmesi gerekmektedir. Bu düşüşün atmosfer basıncının altına inmesi sonrasında orta kısımda bulunan vakum açıklığından atmosfer havası içeri doğru hücum ederek basıncılı hava kullanılarak vakum elde edilir.



Şekil 1. Tek Odalı Vakum Üretici



Şekil 2. Çok Odalı Vakum Üretici

Şekil 1' de gösterilen vakum üretici, tek odalı ya da tek nozullu olarak adlandırılmaktadır. Harcanan basıncılı hava enerjisinden faydalanmak amacıyla çok odalı ya da çok nozullu vakum üreteçleri de kullanılmaktadır. Çok odalı üreteç (Şekil 2) en genel olarak, arka arkaya üç adet tek odalı vakum üreticinin bağlanmasıyla elde edilmektedir.

Tek odalı üreteçlerde, üretece giren 1 lt basıncılı hava, 1 lt ortam havasının vakum edilmesini sağlarken, üç odalı vakum üreteçlerinde 1 lt basıncılı hava girişi sayesinde 7 lt kadar hava ortamdaki vakum edilir. İlk nozulda vakum seviyesi hızla yükselirken, diğer seviyelerde vakum seviyesindeki artış azalarak devam eder.

4. TAŞIMADA VAKUM KULLANIMI

İmalat sistemlerinde, robotların daha etkin rol almasıyla birlikte, üretimi yapılan ürünü tutma ve taşıma işlemlerinde vakum oldukça yoğun kullanılmaya başlanmıştır.

Bir vakumla taşıma sistemindeki devre elemanları, vakum üreteçleri, dağıtım hattı ve vakum vantuzları olmak üzere sınıflandırılabilir.

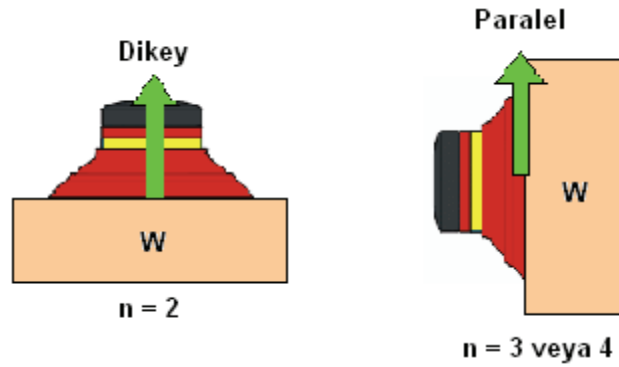
Taşıma için gerekli olan kuvvetin hesaplanmasında kriterler aşağıdaki gibidir:

1. Vakum Seviyesi [kpa, mmHg, mbar]
2. Vantuz çapı [mm]
3. Yükün vantuzla göre olan açısı

Bu üç değerden yola çıkılarak bir vantuzun kaldırma kuvveti aşağıdaki gibi hesaplanmaktadır[2]:

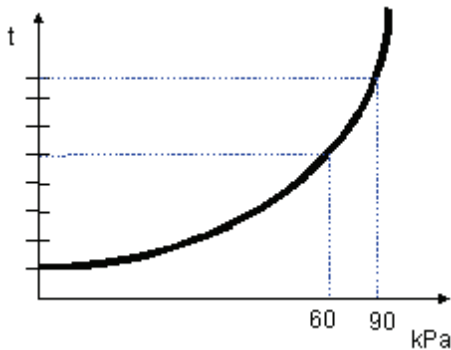
$$W = \frac{P \times S \times 0,1}{n} \quad (N) \quad (3)$$

W, kaldırma kuvveti [N]; P, vakum seviyesi [kPa]; S, vantuz alanı [cm²]; n, emniyet katsayısı.(Şekil 3)

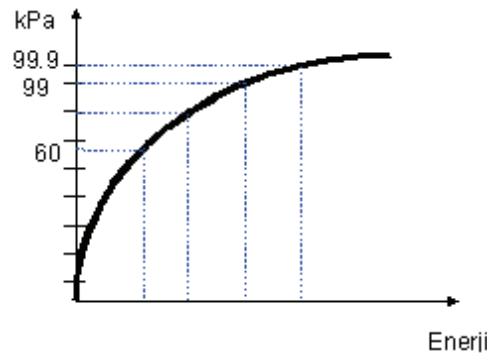


Şekil 3. Emniyet Katsayısı

Kaldırma kuvveti hesaplanırken, vakum seviyesi -60 kPa kadar seçilir bunun nedeni ise, vakum üretmek için harcanan basınçlı hava enerjisi için optimum noktanın -60 kPa değeri olmasıdır. Aşağıdaki grafikler; vakum seviyesindeki artış ve zamanı (Grafik 1) ayrıca, vakum seviyesine ulaşmak için harcanan enerji değerini (Grafik 2) veriyor.



Grafik 1. Vakum Seviyesine Ulaşma Zamanı

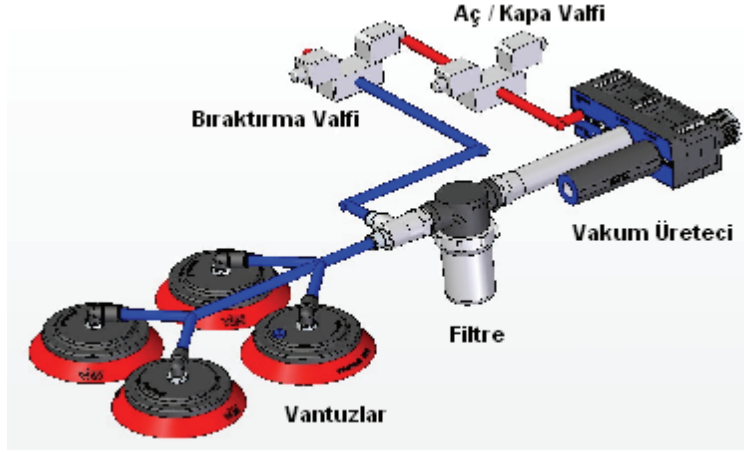


Grafik 2. Vakum Seviyesine Ulaşmak İçin Harcanan Enerji

5. VAKUM ÜRETEÇLERİ VE UYGULAMALAR

5.1. Klasik Vakumla Taşıma

Basınçlı hava kullanarak vakum üretimiyle taşıma yapmak için kullanılması gereken en temel devre elemanları aşağıdaki şekildeki gibidir (Şekil 4).



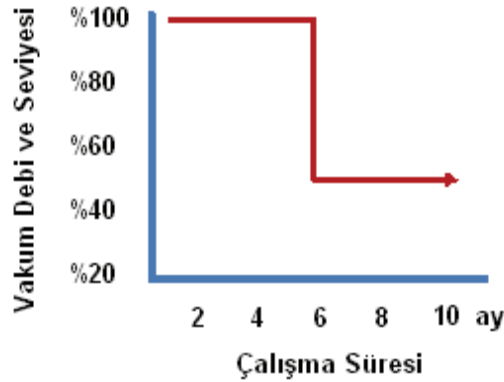
Şekil 4. Klasik Vakum Sistem

Açma ve kapama işlemi bir aç/kapa valfi sayesinde kumanda edilecektir. Elektrikli vakum pompasında bu aç kapa işlemleri vakum hattı üzerinden yapılmak zorundadır. Vakum hatları genellikle büyük olması nedeniyle kullanılacak valfler ebat olarak büyük ve maliyetli olacaktır. Fakat bu sistemde, basınçlı hava sistemlerinde kullanılan klasik valflerle daha küçük boyutlarda ve düşük maliyetlere çözüme ulaşılabılır.

Taşınan ürünün daha hızlı bırakılması amacıyla, bıraktırma valfi olarak adlandırılan, klasik pnömatik valflerle vantuzlara bırakma esnasında bir miktar basınçlı hava verilebilir.

Hava tasarrufu sağlama amacıyla, hava tasarruf kitleri eklenerek ihtiyaç kadar vakum üretimi yapılabilir.

Bu sistemde, emiş esnasında ortamdan çekilen hava filtreden geçerek, vakum üretici sayesinde egzoz edilecektir. Zamanla ortamdan alınan partiküllerle gözenekleri tıkanan filtre, vakum seviyelerinde ve vakum debisinde düşümlere sebep olacaktır. Vakum seviyesindeki düşüş kaldırma kuvvetinde düşümlere, vakum debisinde düşüş, yakalama zamanına olumsuz etkide bulunacaktır. Özellikle ortamın tozlu olduğu proseslerde bu sorunla oldukça sık karşılaşılır.

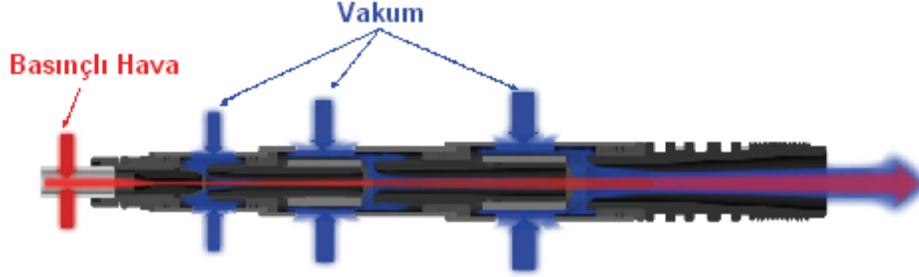


Şekil 5. Filtre Tıkanıklığının Vakuma Etkisi

5.2 Vakum Katrici Kullanarak Taşıma

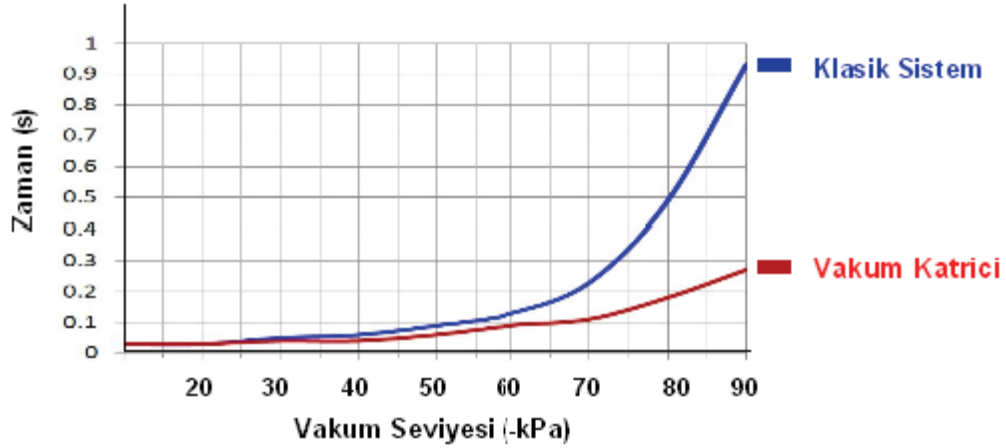
Klasik vakum sisteminde devredeki her eleman birbirine bağlantı elemanları, hortumlar ya da borularla bağlanmaktadır. Her bağlantı, vakum kaçaklarına sebep olma ihtimali doğururken, vakum işlemi esnasında kullanılan bu bağlantı elemanları içerisindeki havanın vakum üreticiden emilerek atılması zaman ve enerji kayıplarına neden olacaktır.

Vakum katriçleri, çok nozullu vakum üreteçlerine birer örnek olarak verilebilir.(Şekil 6)



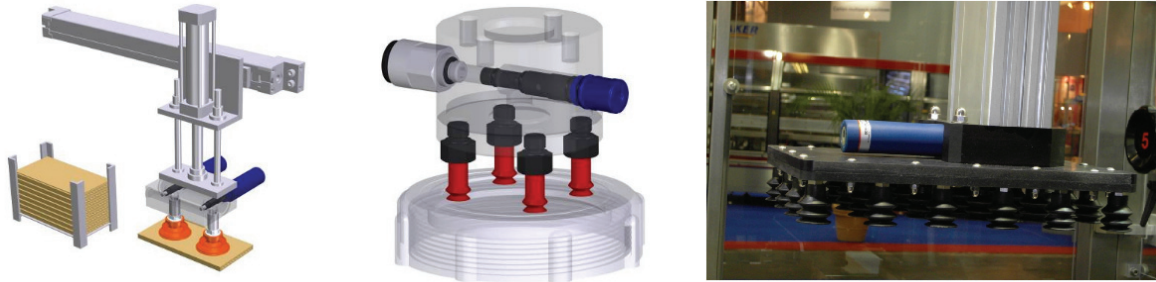
Şekil 6. Vakum Katrici

Bu ürün, vakum kullanım noktasına mümkün olunan en yakın noktaya, tasarımcının kendi ihtiyacına göre yapacağı bir blokla monte edilebilir. Vakumun taşınması bu sayede en aza indirilerek vakuma ulaşma zamanı klasik vakum pompalarına göre yaklaşık 3 kat daha hızlanır. (Grafik 3)



Grafik 3. Vakum Seviyesine Ulaşma Zamanı

Vakum katriçlerinin bir diğer özelliği ise; 2,8 bar giriş basıncına kadar sistem vakum üretimi yapabilmektedir. Bazı vakum katriçi uygulamaları aşağıdaki gibi yapılmaktadır [3].(Şekil 7)



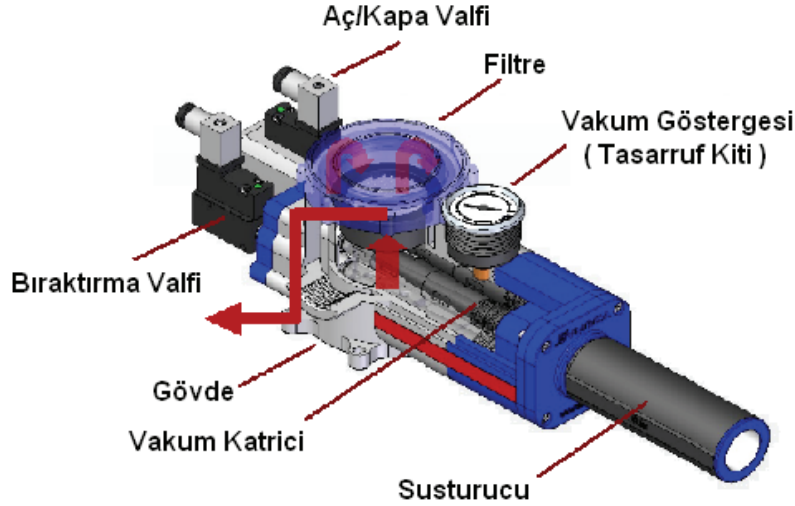
Şekil 7. Vakum Katrici İçin Uygulama Örnekleri

5.3. Vakum Katrici Kullanarak Yapılan Yeni Nesil Ürünlerle Uygulamalar

5.3.1. Robotlarda Birleşik Sistem Uygulamalar

Özellikle otomotiv ve beyaz eşya üretimi sektörlerinde kullanılan robot sistemlerinde vakumla taşımanın büyük bir önemi bulunmaktadır. Bir otomobil kapısı yaklaşık olarak 55-60 sn. boyunca robot tarafından tutularak farklı konumlarına kaynaklar yapılması sağlanır. Sürekli üretim yapılan bir fabrika düşünülüğünde günde yaklaşık 3300 arası kapı üretimi yapılmaktadır. Bu rakamlardan yola çıkarak yaklaşık 3300 dk. süresince vakumla taşıma yapılmaktadır. Hava tasarruf kiti eklenmiş üreteçler, vantuzlardaki vakum seviyesinin alt limit olarak belirlenen -40kPa değerine düştüğünde sistem vakum seviyesini 2 - 2,5 sn. de -65kPa değerine çıkararak sistemde vakum üretimini keser. 1 dakika içinde bu işlem 4 kere gerçekleşir, yani 60 sn. lik bir taşıma 10 sn. vakum üretimi yapılarak gerçekleştirilir. Bu sayede yaklaşık olarak %83 gibi bir enerji tasarrufu sağlanırken, günlük adetler dikkate alındığında 2750 adet kapı hava tüketimi olmadan taşıma işlemi gerçekleşmiş olur.

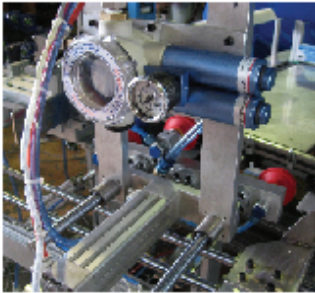
Yeni nesil birleşik sistemlerde (Şekil 8) vakum katricileri kullanılarak vakum seviyesine ulaşma seviyesi ve taşımalarından oluşacak kayıplar aşağı düşürülerek enerji tüketimi minimum seviyelere çekilecektir.



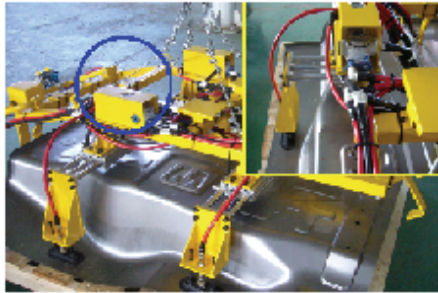
Şekil 8. Birleşik Sistem Vakum Üretici

Bu sistem enerji tasarrufunun yanında, bıraktırma esnasında, filtreyi kendiliğinden temizleyerek, filtre tıkanıklıklarından oluşan zaman ve enerji kayıpları en aza indirilebilir. Kompakt yapısı sayesinde

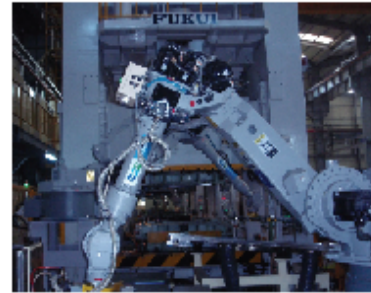
Karton Paketleme



Yakıt Tankı Taşıma



Pres Besleme



tüketim noktasına mümkün olduğunca yakın bir noktada kullanılabilir. (Şekil 9)

Şekil 9. Çeşitli Uygulamalarda Bileşik Sistem

5.3.2. Küçük Sistemlerde Uygulamalar

Vakum debisine duyulan ihtiyacın daha düşük olduğu sistemlerde üretim ya tek noktadan yapılarak bir manifold vasıtasıyla dağıtılabilir ya da birbirinden bağımsız vakum üreteçleriyle sağlanabilir. Tek pompadan dağıtımda, herhangi bir vakum gözünde oluşacak kaçak ürünün tamamen düşmesine neden olacaktır bu risklerin olduğu durumlarda birbirinden bağımsız ürünler kullanılarak sonuca ulaşılır. Aşağıdaki örneklerde klasik sistem ve yeni nesil katriç kullanılarak yapılan sistemler karşılaştırılmaktadır.(Şekil 10)

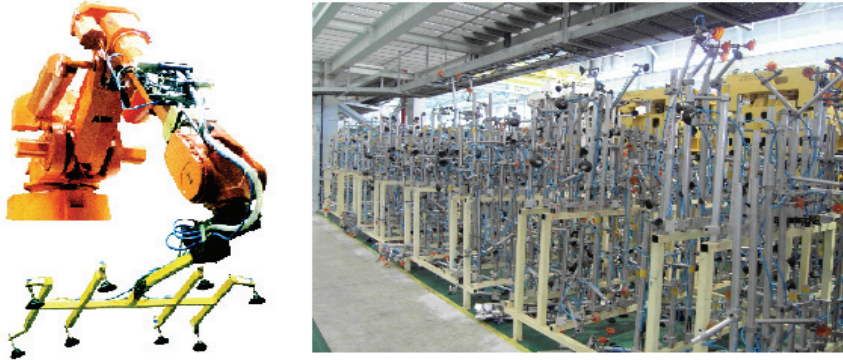


Şekil 10. Küçük Debili Vakum Sistemleri

Bu ürünle yine bağlantı mesafeleri kısaltılmıştır, ayrıca vakum üreteçlerinin gövdeleri birer taşıyıcı gibi kullanılarak daha kompakt tasarım imkanları sunmaktadır.

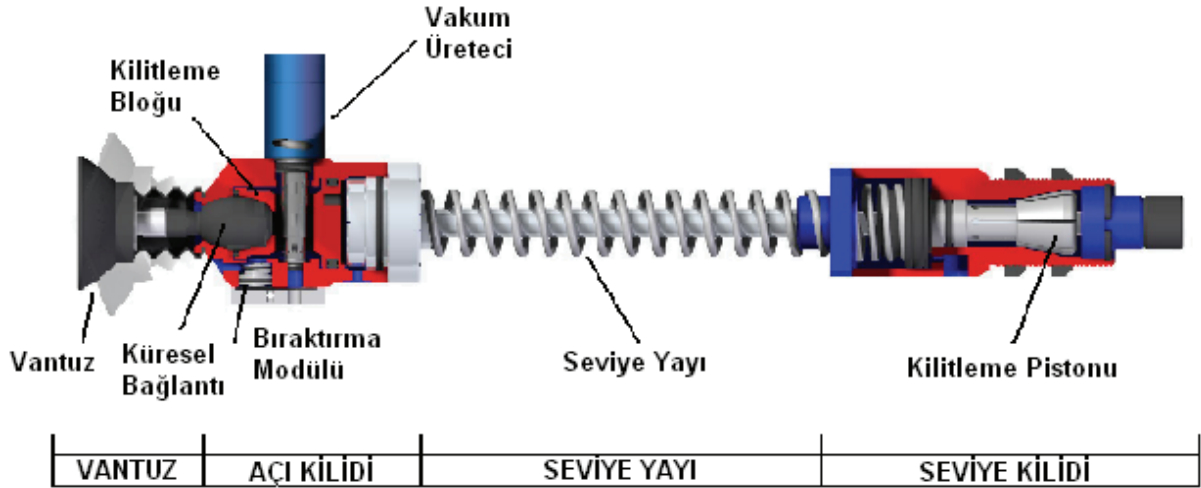
5.3.3. Eğrisel Parçaları Taşıma ve Kilitleme Uygulamaları

Modern otomobil modellerinde tasarımcılar, tasarladıkları araçlarda keskin düz hatlar yerine, aerodinamik ve estetik açıdan daha olumlu sonuçlar veren oval formlar tercih etmektedir. Araçlarda kaporta olarak adlandırılan dış kısmındaki sac parçaların oval formda olması pres ve kaynak gibi hatlarda ürünlerin taşınırken her parça için ayrı ayrı tasarlanmış özel taşıma aparatları gerektirmektedir. Araç modellerinde olan değişimlerle birlikte yeni modeller için yeni aparatların yapılması zorunluluğunu doğurur. Ayrıca her aparat için ayrı bir stok oluşturulması hem stok maliyeti hem de stok alanı maliyeti ortaya çıkarmaktadır.



Şekil 11. Sac Taşıma Aparatları

Vakum katriçleri ile tasarlanan kilitleme sistemlerinde birden fazla aparatı tek bir aparata toplama imkanı bulunmaktadır. Katriç teknolojisinin sunduğu enerji tasarrufunun yanı sıra, aparatları modüler hale getirerek birden fazla aparat yerine tek aparatla sonuca ulaşma imkanı sağlanmaktadır.

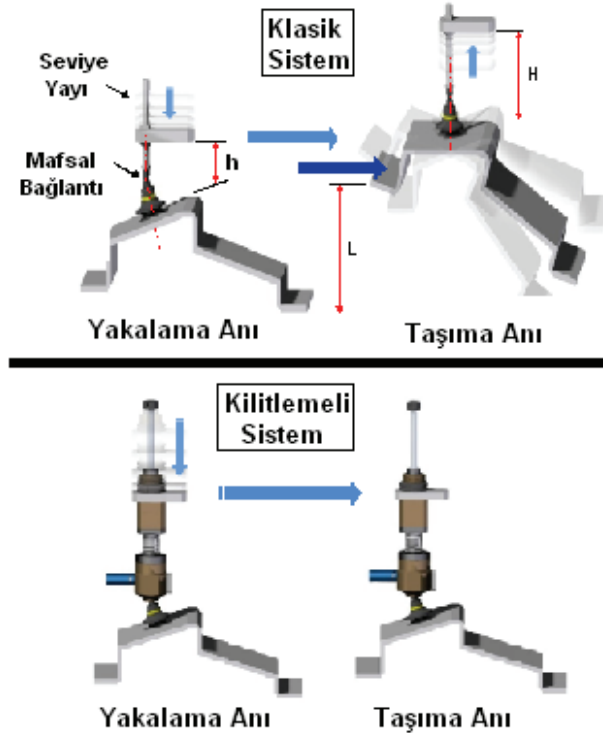


Şekil 12. Açı ve Seviye Kilidi İç Yapısı

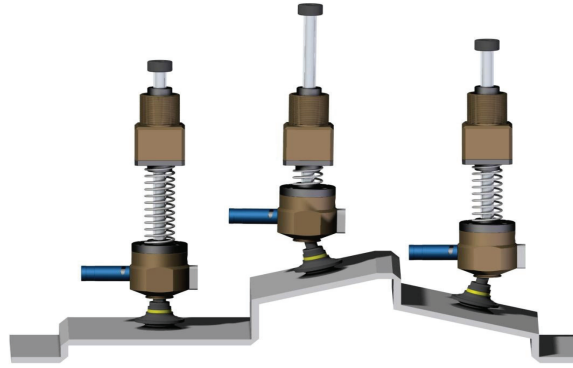
Yukarıda kesit görüntüsü verilen kilitleme sistemi, "seviye kilidi" ve "açı kilidi" olmak üzere iki gruptan oluşmaktadır. Seviye kilidine basınçlı havanın uygulanmasıyla birlikte konik şekilli kilitleme pistonu, seviye yayının merkezinde bulunan hareketli mili kavrayarak hareket etmemesini bu sayede kilitleme yapılan seviyenin korunmasını sağlar.

Açı kilidine uygulanan basınçlı hava ile vantuzun 15° açıda hareket etmesini sağlayan küresel bağlantıya, kilitleme bloğu isimli parça ile baskı uygulanır. Bu baskı sayesinde küresel bağlantının hareket konumu sabitlenerek açılabilir olarak kilitleme sağlanır.

Sistemin sahip olduğu kilitleme özelliği sayesinde, taşınan ürünün hareketi sırasında meydana gelebilecek salınımlar ortadan kaldırılarak parçanın emniyetli bir şekilde taşınmasını sağlar.



Şekil 13. Kilitleme Sistemi ile Taşıma



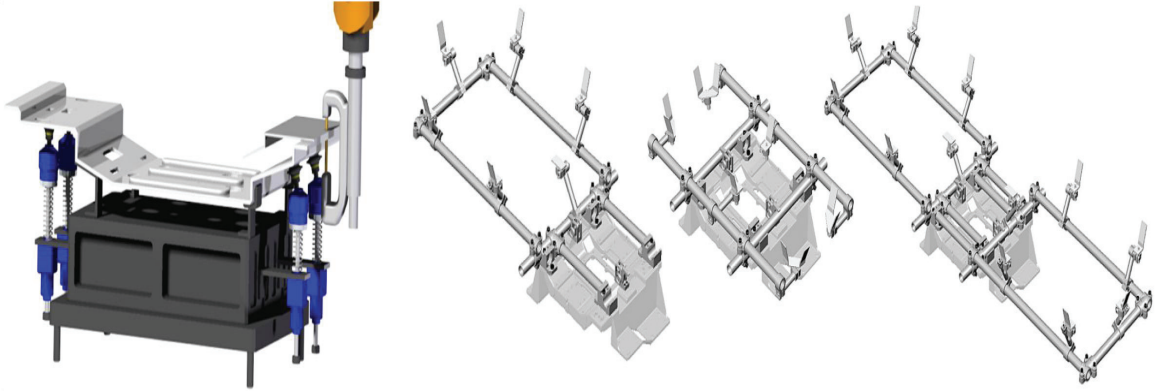
Şekil 14. Seviye ve Açısal Farklar Olan Parçalarda Taşıma

Seviye olarak farklılıkların bulunduğu ürünlerde, ya da tabaka şeklinde bulunan parçalarda, her parça alışında parça yığınının seviyesinin değiştiği sistemlerde bu seviye farklarını tolere eden dikey seviye kilit modülü bulunmaktadır (Şekil 14).

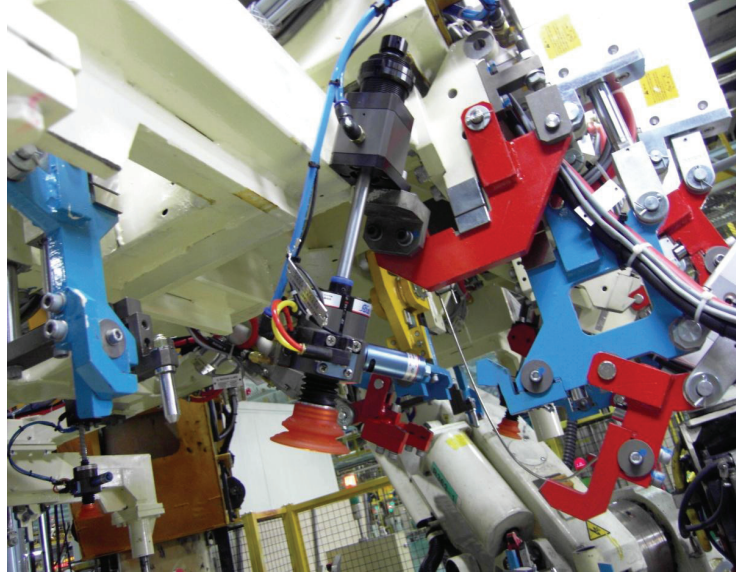
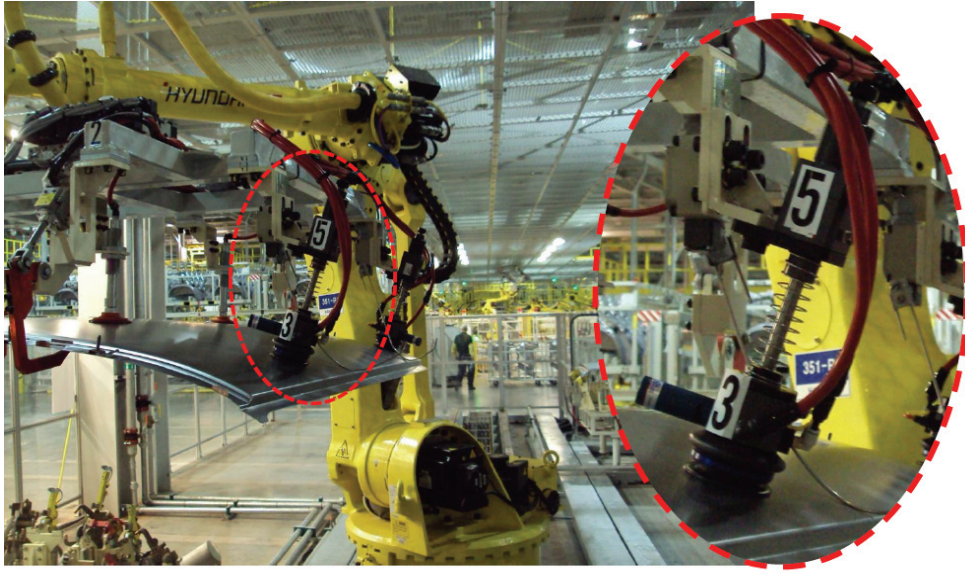
Kullanım alanına göre bu ürünler ayrı ayrı ya da tek başına da kullanılabilir. Aşağıda, otomotiv sektöründe bu ürünlerle ilgili olarak uygulama örneklerinin resimleri bulunmaktadır.



Şekil 15. Pres Beslemesi İçin Birden Fazla Taşıma Aparatı Yerine Kilitleme Sistemi ile Tek Aparat



Şekil 16. Kaynak Fikstürlerinde Kilitleme Sistemi ile Çalışma



Şekil 17. Kaynak Robotlarında Vakum Kilit Kullanımı

SONUÇ

Hidrolikte kullanmaya alışık olduğumuz katriç tipi ürünler, vakum üretiminde de sağladığı enerji tasarrufu ve kompakt boyutlarıyla kullanımı günden güne artacaktır.

Geliştirilmiş yapısıyla vakum katriçleriyle, 3 kata kadar cevap verme süresinde, 1,5 kata kadar enerji tüketiminde klasik sistemlere göre avantaj sağlanacaktır.

Katriç tipi ürünlerle tasarımcılar, tutucu parça ve aparatlarda belirli formlara bağımlı kalmaksızın istedikleri tasarımları yaparak ihtiyaçları olan uygulamaları daha küçük alanlarda gerçekleştirerek fazla ağırlıklardan kurtulacaktır.

Taşıma fikstürlerinde sadeleştirmelere gidilerek, fikstür maliyetlerinde ve fikstür stok alanı maliyetlerinde tasarrufa gidilecektir.

KAYNAKLAR

- [1] CHO, H.Y., "VMECA Vacuum Technology Automation-I Training Sheets", 2009
- [2] UMUR H., "Akışkanlar Mekaniği", Alfa Basım Yayım Dağıtım, 2.baskı, 1998
- [3] LEE, Y.W., "VMECA Cartridge Technology Training Sheets ", 2010.

ÖZGEÇMİŞ

Mustafa KARATAŞ

1982 Bursa doğumludur. Hürriyet Endüstri Meslek Lisesi Elektronik Bölümü mezunu olup Zonguldak Karaelmas Üniversitesi Makine Mühendisliği Bölümü'nü 2004' te bitirmiştir. Şu an Anadolu Üniversitesi İşletme Bölümü'nde lisans öğrenimine devam etmektedir. 2006 yılından itibaren HİD-TEK MAK. SAN. TİC. LTD. ŞTİ. - BURSA firmasında makine üretim departmanında proje ve satış mühendisi olarak çalışmaktadır.