

BASINÇLI HAVA TESİSATI

I. Bölüm

Erol ERTAŞ

1960 yılında İTÜ Makina Fakültesi'nden mezun oldu. 1964 yılına kadar Berlin Teknik Üniversitesi'nde Soğutma ve Proses Tekniği konusunda ihtisas yaptı ve BORSIG AG'de çalıştı. 1964-1970 yılları arasında Türkiye'de büyük soğuk depolar üzerinde çalıştı. 1970-1982 yılları arasında Üniversitede soğutma, ısı transferi ve termik turbomakinalar derslerini verdi. 1982'den bu yana ortağı ve yöneticisi olduğu PNÖSO Pnömatik ve Soğutma San. Ltd. Şirketini yönetmekte olup aynı zamanda Lupamat hava kompresörlerini üreten MAKSAŞ A.Ş. yönetim kurulu üyesidir. Erol Ertaş'ın soğutma konusunda 1 tecrübe kitabı, muhtelif bildiri ve makaleleri mevcuttur. Halen International Institute of Refrigeration (IIR)'ın asil üyesi ve soğuk depolar grubu Türkiye delegesidir. Bir dönem ESSİAD başkanlığı da yapmış olup halen EBSO Soğutma Isıtma Klima Meslek Komitesi başkanıdır.

ÖZET

Tüm sanayi kuruluşlarında ve birçok genel hizmet yapılarında su, elektrik gibi altyapı tesisleri yanında, basınçlı hava da önemli bir akışkan güç kaynağı ve iletim veya kullanım ana maddesi olarak bir tesisat içinde üretilmekte, depolanmakta, hazırlanmakta, iletilmekte, dağıtılmakta, (gerekliyorsa şartlandırılmakta) ve kullanılmaktadır.

2. Ulusal Tesisat Kongresi'nde geniş kapsamlı bir kaynak olarak düşünülen bu tebliğ basınçlı hava tesisatı temel bilgilerini özet olarak sunmak amacıyla taşınmaktadır.

GİRİŞ

Basınçlı hava, enerjinin içinde biriktirildiği bir akışkan olarak düşünülebilir. Başka bir formdaki enerjiyi önce tahrik makinasından (elektrik motoru, patlamalı motor, türbin, vs.) mekanik enerji formunda kompresöre aktarılmakla bu "iş makinasında" akışkanın iç enerjisi (bir tür potansiyel enerji veya basınç enerjisi) şekline dönüştürülmektedir. Daha sonra bu enerjiden, havanın uzak noktalara iletilmesi ve basınç potansiyelinden mekanik enerji elde edilmesi de dahil, çeşitli amaçlarla istifade edilmektedir.

Bütün bu dönüşümler sırasında devamlı olarak "tersinmezlik" kayıpları ile karşılaşır ve bir seri verim kavramları ortaya çıkar. Konular özel bölümünde belirtilen sıra ile ileride ele alınacaktır.

1. BASINÇLI HAVANIN ÜRETİMİ

1.1 KOMPRESÖRLER

Atmosfer havasını alarak sıkıştıran iş makinalarına hava kompresörleri denilmektedir. Bunlar çeşitli yönlerden sınıflamaya tabi tutulabilirler. 1. şemada ISO 5390-1977'de verilen sınıflandırma görülmektedir. Günümüzde, endüstriyel kullanım açısından basınçlı hava kompresörleri daha değişik bir sınıflandırmaya tabi tutulabilirler. 2. şema bu yönden ele alınmıştır.

Kompresörler için en karakteristik iki büyüklük işletme basıncı aralığı ve serbest hava debisidir. Bu debi basınçlı havanın emiş şartlarına getirildiğinde haiz olacağı debidir. PNEUROP standartlarına göre (5) standart emiş şartları 20 °C, 1 bar'dır. Fizikte kullanılan Nm³ (Normal m³) 0°C 760 Torr şartlarında belirlenen hacimdir.

bakınız: 57

bakınız: 58

Basınç Birimleri:

Teknikte basınç ölçü birimleri gittikçe daha çok ISO ölçü sistemine uygun olarak belirtilmektedir.

Ancak günümüzde hala eski kataloglar ve ölçü aletleri kullanılmakta olduğundan Tablo 1'de bunlar karşılaştırılmıştır.

Kompresör Dairesi:

Basınçlı havanın elde edilip depolandığı ve hazırlandığı kompresör dairelerinde bulunan belli başlı tesisat elemanları:

- Kompresör ünitesi (Hava emiş filtresi, ara ve art soğutucular, yağ soğutucu ve ayırıcıları, emniyet süpürge, yüksüz kalkma, kapasite kontrol ve emniyet organları, tahrik motoru, ve sair tüm elemanları ile komple)

- İlave basınçlı hava art soğutucu ve su ayırıcılar
- Basınçlı hava tankları
- Basınçlı hava (yağ) filtreleri
- Basınçlı hava kurutucular
- Bağlantı boruları ve vanalar
- Yağlı kondens suyu tesisatı

Basınçlı havanın elde edildiği kompresör dairesi havadar, dış ortama kolayca açılan, sağlam zeminli bir hacim olmalıdır. Çimento-Tekstil gibi atmosferin çok tozlu ve uçucu elyafı olduğu sanayilerde ve tozlu bölgelerde kompresör daireleri tam kapalı yapılarak, içeriye filtrelenmiş hava veren havalandırma sistemleri öngörülmelidir. Bazı durumlarda kompresör emişi daha az tozlu bur ortama doğru bir emiş borusu ile uzatılarak kompresör hava emiş filtresi buraya yerleştirilebilir. Emiş borusu boyutlandırılırken emişteki kayıpların 50 mbar'ın altında kalmasına dikkat edilmelidir.

Kompresör dairesinin havalandırılmasında, bu hacimde ısıya dönüşen enerjiden ortam havasına geçen kısmının atılmasına dikkat edilmelidir. Aksi halde kompresör dairesinde müsaade edilemeyecek derecede sıcaklık yükselmeleri meydana gelir. Pratik hesapta kompresör tahrik motorunca kullanılan enerjinin tümünün ısıya dönüştüğü kabul edilebilir. Bu enerjiden, diğer akışkanlarla götürülen kısım (soğutma suyu, tesisatta kullanılan basınçlı hava) çıkarıldığında havalandırma ile atılması gereken ısı miktarı bulunabilir.

Hava soğutmalı kompresörlerde doğrudan doğruya tahrik motoru milinden veya kompresör ana mili üzerinde tahrik edilen vantilatörler soğutma havasını kompresör silindirleri veya ara soğutucular üzerine üflerler. Ayrı bir elektrik motoru ile tahrik edilen vantilatörler de vardır. Soğutma işlevini tamamlayan

sıcak havanın aynı hacimdeki diğer bir kompresörün veya hava soğutmalı basınçlı hava kurutucusunun üzerine yönlendirilmemesi gereklidir. En uygunu bu havanın doğrudan doğruya dışarıya veya egzost hava davlumbazına doğru üfletilmesidir.

Basınçlı hava kompresörünün hava sevk verimini etkileyen en önemli iki dış faktör, emilen havanın sıcaklığı (0 kompresör dairesi sıcaklığı) ve emişteki basınç kayıplarıdır. Bu bakımdan, hava emiş filtresinin uygun boyutlandırılmış olması büyük bir önem taşır. Şekil 1'de bir basınçlı hava kompresör dairesinin yerleşim planı verilmiştir.

bakınız: 59

Kompresör Emiş Havaasının Kalitesi:

Basınçlı hava atmosferden elde edildiğine göre, atmosfere herhangi bir şekilde karışmış gaz, aerosol, buhar yanında emiş filtresinde geçebilen katı partiküller hava ile beraber kompresörden geçerek ve kompresör silindir ve supap yüzeylerinden yağ ile koklaşmış yağ partiküllerini de taşıyarak basınçlı hava içerisine intikal ederler. Örneğin tekstil fabrikalarındaki iyi filtrelenmemiş basınçlı havanın içinde mikroskobik elyaf şeklinde bulunan partiküller bazı kullanım noktalarında özel problemler yaratabilirler. Emiş havası ne kadar tozsuz ise, kompresör arızaları o kadar seyrek, yağ, seperatör ve filtrelerin ömrü o kadar uzun olur. Bu bakımdan kompresör dairesi havaasının temizliğine ve kompresör emiş filtresinin etkinliğine azami dikkat harcanmalıdır.

Basınç Seviyeleri:

Fabrikalarda ve özel yapılarda tesis edilen basınçlı hava şebekeleri genellikle 7-10-16 bar gibi basınç değerlerinde öngörülmektedir. Bir işletmede, iki ayrı basınç seviyesinde basınçlı havaya gereksinme duyulabilir. Her seviyede gereken basınçlı hava miktarına bağlı olarak iki ayrı bağımsız tesisat kurulabilir. Düşük olan basınçta gereken hava debisi nispeten az ise, yüksek basınçlı devreden bir regülatör vasıtası ile alçak basınçlı devreye hava basıncı düşürülerek verilebilir.

Tablo 1 : Basınç Ölçü Birimlerinin Karşılaştırılması							
	1 N/m ² (Pascal)	bar	kgf/m ² (mmSS)	atm	Torr (mmHg)	at	lbf/in ²
1 N/m ² (Pascal)	1	10 ⁻⁵	1.01972x10 ⁻⁴	0.986923x10 ⁻⁵	0.750062x10 ⁻²	1.01972x10 ⁻⁵	1.45038x10 ⁻⁴
1 bar=10 ⁶ din/cm ² s	10 ⁻⁵	1	1.01972x10 ⁴	0.986923	750.062	1.01972	14.5078
1 kgf/m ² =1 mmSS	9.8065	9.80665x10 ⁻⁵	1	0.967841x10 ⁻⁴	0.735559x10 ⁻¹	10 ⁻⁴	4.42234x10 ³
1 atm=760 Torr	1.01325x10 ⁵	1.01325	1.033227x10 ⁴	1	760	1.033227	14.6960
1 Torr=1 mmHg	1.333224x10 ²	1.333224x10 ⁻³	13.59510	1.315789x10 ⁻³	1	1.359510x10 ⁻³	1.93368x10 ²
1 at=kgf/cm ²	9.80665x10 ⁴	0.980665	10 ⁴	0.967841	735.559	1	14.2234
1 lbf/in ²	0.68948x10 ⁴	0.68948x10 ⁻¹	0.70307x10 ³	0.68060x10 ⁻¹	51.715	0.70307x10 ⁻¹	1

Genel Kompresör Konstrüksiyonları:

Günümüzde bakım kolaylığı ve işletme emniyeti açısından daha avantajlı olan yağ püskürtmeli vidalı kompresörler gitgide pistonlu kompresörlerin yerini almaktadır. (Resim 1-6)

Yağ püskürtmeli vidalı kompresörler 13 bar basınca kadar tek kademeli olarak yapılabilmektedir. Zira emiş tarafından vidalar arasına enjekte edilen yağ, çıkış sıcaklığının 80-100°C civarında tutulmasını temin etmektedir. Buna karşılık yağsız vidalı kompresörlerde sıkıştırma isentropik olmamakta ve sıkıştırılan havanın sıcaklık yükselmesi diğerinden fazla olmaktadır. Bu kompresörlerde bir kademedeki sıkıştırma oranı 3,5'i geçmemelidir. Bu bakımda pratikte 3,2 bar'a kadar tek kademe, 10 bar'a kadar 2 kademe ve bunun üzerinde 3 kademe dizayn edilmiştir. Kademeler arasında ara soğutucular bulunmaktadır. (Resim 7-9)

Küçük pistonlu kompresörler 8 bar'a kadar tek kademeli, bunun üzerinde daha fazla kademeli olarak dizayn edilirler. Orta kapasitedeki (2-6 m³/dak serbest hava) pistonlu kompresörlerde bir kademedeki sıkıştırma oranı 3, 5'i geçmemelidir.

Kompresör Üniteleri:

Küçük ve orta boy kompresörler basınçlı hava tankı ve sistemde bundan önce gelen diğer aksesuarları ile birlikte kompakt bir ünite halinde temin edilebilirler. (Resim 10-12) Son yıllarda bazı firmalar üniteye basınçlı hava kurutucusu ve yağ filtrelerini de ilave etmişlerdir.

Gürültü Sorunu:

Hava kompresörlerinin çıkardığı gürültü bir çeşit çevre kirliliği olduğu için, izole edilmesi gerekir. Kompresör dairelerinde gürültünün dışarıya aksettirilmemesi için alınacak önlemler dışında, kompresör üniteleri sessiz kabinler içine alınabilirler. Böylece gürültü seviyesi 10-15 dB azaltılabilir.

Basınçlı Hava Kompresörlerinin Kapasite Kontrolü:

Kapasite kontrolü şebeke basıncına göre yapılır.

a) Pistonlu Kompresörler:

Küçük tiplerde çalış-dur (on-off) kontrolü yapılır. Basınç aralığı en az 1 bar olup 3-4 bar'a kadar çıkabilir. Küçük atölye ve kullanım yerlerinde bu şekil uygulanır. Büyük motor güçlü kompresörlerde sık dur- kalk'lar elektrik motoru için mahzurlu olduğundan yükte-boşta çalışma şeklinde kapasite kontrolü yapılır. Elektrik motorlu tiplerde kompresör emme supapları pnömatik kontrol düzeni ile devamlı açık tutulmakla kompresör tahrik edildiği halde hava basmaz. Patlamalı motorlarla tahrik edilen pistonlu kompresörlerde uygulanan diğer bir yöntem merkezkaç veya manyetik kavrama kullanılmasıdır. Motor devamlı çalıştığı halde, kavramaların kumanda ile kavradığı sürelerde çalışır.

b) Vidalı Kompresörler:

Boşta bekleme zamanı kontrollü dur- çalış kumandasında normal basınç aralığı 1 - 2 bar'dır. Basıncın fazla dalgalanması istenmeyen şebekelerde basınç aralığı 0,5 bar'dır. Büyük vidalı kompresörlerde (P motor 37 kW) oransal kontrol düzeni ile şebeke basıncı devamlı sabit kalacak şekilde kapasite kontrolü yapılması mümkündür. Muhtelif çözüm şekilleri sağlanacak enerji tasarrufu açısından karşılaştırılmalıdır.

Yağ Soğutucuları:

Yağlanan vidalı kompresörlerin yağ soğutucuları hava veya su soğutmalı olabilmektedir. Sıkıştırma için sarf edilen enerjinin büyük bir kısmı yağa geçtiğinden, yaklaşık 50 - 80°C sıcaklıktaki bu ısıdan faydalanmak mümkündür.

1.2 BASINÇLI HAVANIN DEPOLANMASI

Basınçlı Hava Tankları:

Basınçlı hava tankları dikey veya yatık silindirik şekilde olabilir. Bu tanklar ülkemizde TS 1203 standardına göre imal ve test edilmektedir. Tank üzerinde el veya adam deliği, hava giriş - çıkış, su boşaltma, emniyet süpabı, manometre bağlantı ağızları bulunmaktadır. Tanklar test sertifikası alarak teslim edilirler ve bir yıllık periyotla basınç testine tabi tutulurlar. Basınçlı hava tankları kompresör dairesi içine veya açık havaya konulabilir. Tablo 2'de ana ölçüleri saç kesiminde asgari fireye göre tayin edilen dik basınçlı hava tanklarına ait bir ölçü tablosu verilmiştir.

bakınız: 61

bakınız: 62

1.3 BASINÇLI HAVANIN HAZIRLANMASI İlave Art Soğutucular:

Bilhassa soğuk bölgelerin şartlarına göre dizayn edilmiş olan vidalı kompresörlerin art soğutucuları yetersiz olduğunda ilave art soğutucular tesis edilmektedir. Bunun dışında bazı kompresör dizaynlarında art soğutucular ayrı olarak verilmektedir. Kompresör soğutulmasına paralel olarak, basınçlı hava art soğutucuları da hava veya su soğutmalı olabilirler. (Resim 13-14) Soğutma sonucu yoğuşan su, basınçlı hava içinde bulunabilecek aerosol buharı durumundaki yağın bir kısmını da birlikte sürükleyerek, su ayırıcıda havadan ayrılır. (Ek 3'teki abak) Bu su, ayırıcıdan şamandıralı veya selenoit vanalı otomatik tahliye tertibatı yardımıyla tahliye edilir. Hava soğutmalı art soğutucular, en uygun şekilde kompresör dairesi duvarındaki bir pencereye yerleştirilirse buranın havalandırılmasına bir katkıda bulunabilirler. Su soğutmalı art soğutuculardan basınçlı havanın çıkış sıcaklığı, su giriş sıcaklığının yaklaşık 5°C üzerindedir. Hava soğutmalı art soğutucularda ise, bu değer soğutma havası sıcaklığının 10 - 20°C üzerindedir.

bakınız: 63

bakınız: 64

Basınçlı Hava Kurutucuları:

Basınçlı hava sıcaklığının düştüğü bölümlerde yoğuşan su, tesisatta paslanmadan ötürü arızalara neden olabilir. Bu bakımdan genellikle çelikten olan boru şebekesine verilmeden önce, basınçlı hava içindeki nem, tesisatın ileri bölümlerinde ayrılmayacak mertebede havadan ayrılmalıdır. Havanın kurutulması suni olarak soğutulup neminin ayrıştırılması veya nem çekici (higroskopik) bir madde içinden geçirilmesi ile yapılır. Buna göre prensip olarak iki çeşit basınçlı hava kurutucu mevcuttur:

Soğutmalı ve adsorpsiyonlu tipler. Bunlardan soğutmalı olanlar havanın çiğlenme sıcaklığını en az + 2°C'ye adsorpsiyonlu olanlar ise 70°C'ye kadar düşürülebilirler. (Resim 15- 16)

bakınız: 65

bakınız: 66

Basınçlı Hava (Yağ) Filtreleri:

Yağlanan tipteki hava kompresörlerinden gelen hava içinde kompresörün tip ve durumuna göre 3-50 ppm mertebelerinde yağ mevcuttur. Boya, pnömatik kontrol aletleri gibi birçok kullanıcılarda yağ ve diğer katı partiküller büyük kalite ve işletme problemleri yaratırlar. Bu bakımdan basınçlı havanın filtrelenmesi gerekir. Son dönemlerde yapılan bütün tesisatlarda basınçlı hava filtreleri öngörülmektedir. Yağın önemli olmadığı durumlarda 20 -30 µm'den büyük partikülleri filtreleyen sinter - metal elemanlı filtreler kullanılır. Basınçlı hava içindeki yağ ile 0,1 µm'ye kadar irilikteki partikülleri filtreleyen basınçlı hava filtreleri ön ve hassas olmak üzere iki kademeye ayrılmaktadırlar. Ön filtreler yağı genellikle 1 mg/m³ 'e kadar, hassas filtreler ise 0,01 mg/m³'e kadar filtreleyebilmektedir. (Resim 17) Ön ve hassas filtrelerden geçirilerek yağsızlaştırılmış basınçlı hava, daha sonra bir aktif kömür ve toz fi litresinden geçirilerek CO₂ koku ve tüm katı partiküllerden arındırıldıktan sonra, solunum havası olarak da kullanılabilir. Şekil 2'de yukarıda bahsedilen çeşitli basınçlı hava tesisatı elemanlarının tesisattaki yerleri işlevsel açıdan belirtilmiştir.

bakınız: 67

bakınız: 68

1.4 BASINÇLI HAVANIN İLETİM VE DAĞITIMI Bağlantı Boruları Ve Vanaları:

10 bar'a kadar basınçlı hava şebekelerinde 1 ½" çapa kadar galvanizli borudan pasolu ve rakorlu bağlantılar tercih edilirken bunun ötesinde flanşlı bağlantılar geçmektedir. Kurutucu bulunan sistemlerde 16 bar'a kadar şebekelerde kaynaklı dikişli çelik borular rahatlıkla kullanılabilir. 2"e kadar çap ve 10 bar'a kadar basınçlarda küresel vanalar, diğer tesisat vanaları yanında kullanılabilir. Daha büyük çaplarda kelebek vanalar basınç kaybı bakımından avantajlıdır.

İletim ve Dağıtım:

Basınçlı hava kurutucu kullanılmayan şebekelerde boru içine akan havanın sıcaklığı düştükçe hava içindeki su buharı yoğunlaşır ve hava ile birlikte sürüklenir. Tesisatın kritik noktalarına koyulacak su tuzakları yardımıyla alt noktalardan su tahliyesi yapılabilir. Branşmanlarda alınması tavsiye edilen diğer bir önlem branşman çıkışının üstten yapılmasıdır.

Boru dağıtım şebekeleri çatal, balık kılçığı ve halka şeklinde yapılabilir. Uç noktaların yakınında ani yüksek debi kullanan kullanıcılar varsa buraya uç basınçlı hava depolan tesis edilebilir. Böylece borulardaki hız ve basınç dalgalanmaları azaltılabilir. (Şekil 3)

Uç Kullanıcıların Bağlanması:

Hızlı bağlantı kaplinleri ve hortumlar: Kullanıcının ufak yer değiştirmelerini karşılamak için branşman ucuyla kullanıcı arasında hortum bağlantısı tercih edilir. Özel hızlı bağlantı kaplinleri kullanıcı gerecin sökülüp bağlanmasında sürat temin eder. (Şekil 4-5)

1.5 BASINÇLI HAVANIN ŞARTLANDIRILMASI

Bazı basınçlı hava son kullanıcıları şebeke havasından farklı nitelikte havaya gereksinim gösterirler. Bunlar 4 kategoride toplanabilir.

1. Havanın Nem İçeriği Bakımından:

Bilhassa basınçlı hava kurutucusu olmayan sistemlerde kullanıcıdan hemen önce bir su tutucu veya basınçlı hava kurutucu koyularak, bu kullanıcının istediği özel kuruluktaki basınçlı hava elde edilir. Bazı şebekelerde kompresör dairesinde soğutmalı tipte basınçlı hava kurutucu varken, kullanıcıda daha kuru bir havaya gereksinim olabilir. Bu durumda, bu branşmanın başına adsorpsiyonlu basınçlı hava kurutucu koyulabilir. Bu kurutucunun kapasitesi branşmandaki gereksinimi karşılayacak kadardır.

2. Havanın Partikül İçeriği Bakımından :

Daha önceki filtrelerden farklı nitelik gösteren özel basınçlı hava filtreleri kullanılabilir.

3. Havanın Yağ İçeriği Bakımından :

Basınçlı hava silindirleri, basınçlı hava motorları gibi hava kullanan sistemler ve el aletlerinin yağlanması, basınçlı hava boru hattı yağlayıcılarında havaya dozlanan yağ ile temin edilir.

4. Havanın Rutubetlendirilmesi :

Ameliyathane solunum havası uygulamalarında kuru hava içine nem veren rutubetlendiriciler kullanılır. Bunlar genellikle nargile prensibine göre çalışır.

Yağlı Kondens Suyu Tesisatı

Yağlı kompresörün ara soğutucu, art soğutucu su ayırıcılarından, basınçlı hava tankı, filtre ve basınçlı hava kurutucuda havadan ayrılan yağlı kondensatın doğrudan kanalizasyona veya zemine atılması çevreye büyük kirlenici yük getirmektedir. Buna mani olmak için yağ su separatörleri kullanılmaktadır. En kolay yol statik-yerçekimi-tabakalaşma prensibine göre çalışan ayırıcıların kullanılmasıdır. Kondens suyundan ayrılan yağlar ayrı bir kaptaki biriktirilerek yeniden değerlendirilmek üzere toplama noktalarına teslim edilmektedir.

2. BASINÇLI HAVA TESİSATININ BOYUTLANDIRILMASI

2.1 KOMPRESÖR KAPASİTESİNİN TAYİNİ

Basınçlı hava kullanıcılarının bir listesi yapıldıktan sonra bunlardan her birinin sarfiyatları ve işletme periyotları saptanır. Günümüzde matbaacılıktan tekstil sanayine, ambalaj makinalarından özel montaj istasyonlarına, plastik makinalarından boyahanelere kadar basınçlı havanın kullanıldığı çok çeşitli alanlar mevcuttur. Özel makinaların kataloglarında istenilen hava özellikleri ve serbest hava cinsinden sarfiyat belirtilmiştir. Bunun belirtilmediği (eski) makinalarda basit bir işletme deneyi ile sarfiyat bulunabilir. Makinalar çalışırken, bunların eş

zamanlılık durumları da işletme uzmanından öğrenilmelidir.

Çeşitli amaçlı ve çok sayıda kullanıcının bulunduğu basınçlı hava tesislerinde kullanılacak basınçlı hava debisinin hesabı bir takım tahminlere dayandırılmak zorundadır. Burada mümkünse üretim prosedür ve rakamlarından hareketle (her bir havalı el aleti veya hava kullanan makinanın günlük / saatlik fiili çalışma süresi x ortalama hava sarfiyatı değeri) bir vardiyadaki toplam basınçlı hava tüketimi hesaplanabilir. Tablo 3'de havalı el aletlerinin hava sarfiyatı verilmiştir (9). Tablo 4'de örnek olarak bir işletmenin hava kullanma hesap tablosu verilmiştir (7).

Basınçlı havanın 1. derecede üretim amacı ile kullanıldığı işletmelerde kompresör kapasitesinde yeterli emniyet öngörülmelidir. Aşağıdaki tabloda tüm sarfiyatı karşılayan kompresörlerin sayısına göre olması gereken minimum rezerve yüzdesi verilmiştir.

Bunun ötesinde bilhassa hava soğutmalı, atölye tipi pistonlu kompresörlerin 24 saat devamlı çalıştırılmaları tavsiye edilmez. Bakım ve yağ soğutma için bu kompresörlerin kapasiteleri %25 -%50 civarında toleranslı seçilmelidir.

Devamı 30. Sayıda

Tam sarfiyatı karşılayan kompresör sayısı	1	2	3	4	...
Rezerve oranı %	100	50	33	25	...
Toplam Kompresör sayısı	2	3	4	5	...

Tablo 4 : Bir işletmeye ait basınçlı hava kullanma hesap tablosu örneği

TECHİZAT	Beher Ünitenin Hava Kullanımı (Lt/s)	Ünite Adedi	Azami Hava Kullanımı (Lt/s)	Kullanma Faktörü	Ortalama Hava Kullanımı
Hava kullanımı	8	10	80	0.05	4.0
Matkap-Hafif	6	1	6	0.2	1.2
Matkap-Orta	8	1	8	0.2	1.6
Matkap-12 mm	15	2	30	0.3	9.0
Matkap-Köşeli	8	1	8	0.2	1.6
Tokmak	8	1	8	0.2	1.6
Tornavida	8	2	16	0.1	1.6
Somun Sıkma 20 mm	15	1	15	0.2	3.0
Taşlama 150 mm	25	2	50	0.3	15.0
Çekiç-Orta	18	1	18	0.1	1.8
Çekiç-Ağır	22	1	22	0.05	1.1
Kalafat Tabancası-Hafif	6	2	12	0.2	2.4
Kalafat Tabancası-Orta	8	2	16	0.2	3.2
Kalafat Tabancası-Ağır	13	1	13	0.1	1.3
Vinç 5 Tonluk	97	1	97	0.05	16.2
Hava Tabancası	8	2	16	0.10	1.6
Kum Püskürtme Ünitesi	38	1	38	0.5	19.0
Boya Tabancası	5	2	10	0.5	5.0