

SÜRDÜRÜLEBİLİR GELECEĞE DOĞRU

Efekan ŞEŞEN

ÖZET

Bu çalışmada, sürdürülebilir bir geleceğe doğru atılması gereken önemli adımın sadece endüstriyel tesislerde son kullanıcılarla sınırlı olmadığına, aynı zamanda bu tesislere makine yapan makine imalatçıları da ilgilendiren bir konu olduğuna yer verilecektir. Bu doğrultuda basınçlı havada dolaylı ve direkt olarak karbondioksit kapsamları bazında yapılabilecek iyileştirme önerilerinden, pnömatik silindirler yerine elektrikli silindirlerin hangi uygulamalarda uygun olacağından, hafif, kompakt, enerji verimli, uzun ömürlü ürünlerin karbondioksit emisyonlarını azaltıcı etkilerinden örneklerle bahsedilecektir.

Anahtar Kelimeler: Basınçlı hava, karbondioksit emisyonları, kompaktlık, hafif, enerji verimli ürünler.

ABSTRACT

In this study it is emphasized that the important step to be taken towards a sustainable future is not limited to the end users in industrial plants, but is also an issue that concerns the machine manufacturers who produce machinery for these plants. In this direction, it will be pointed out what improvements can be made on the basis of the indirect and direct carbon dioxide emissions in compressed air, in which applications electric cylinders can be used instead of pneumatic cylinders, and the impact of light, compact, energy-efficient and long life products on the reduction of carbon dioxide emissions.

Key Words: Compressed air, carbon dioxide emissions, compactness, light weight, energy efficient products

1. GİRİŞ

Karbondioksit (CO₂) emisyonları, karbon içeren yakıtların (kömür, doğalgaz, petrol vb.) yanması sonucu açığa çıkan karbondioksit gazının atmosfere yayılmasıdır ve bu durum küresel iklim değişikliğinin temel nedenlerinden biridir. Şirketlerin ve organizasyonların çevresel etkilerini daha iyi anlamak, yönetmek ve azaltmak için bu emisyonlar genellikle belirli "kapsamlar" altında sınıflandırılır. Bu sınıflandırma, sera gazı (GHG) envanterlerinin oluşturulması ve raporlanmasında uluslararası kabul görmüş bir standart olan GHG Protokolü tarafından belirlenmiştir [1].

CO₂ emisyonları genellikle üç ana kapsamda incelenir: Kapsam 1, Kapsam 2 ve Kapsam 3.

Kapsam 1 emisyonları, bir kuruluşun doğrudan sahip olduğu veya kontrol ettiği kaynaklardan kaynaklanan sera gazı emisyonlarıdır. Bunlar genellikle şirketin kendi operasyonları sonucunda atmosfere doğrudan salınan gazları içerir.

Kapsam 2 emisyonları, bir kuruluşun satın aldığı ve kullandığı enerji (elektrik, ısıtma, soğutma, buhar) üretilirken dolaylı olarak neden olduğu emisyonlardır. Bu emisyonlar, enerjinin tüketildiği yerde değil, üretildiği santralde meydana gelir.

Kapsam 3 emisyonları, bir kuruluşun faaliyetleri sonucunda ortaya çıkan, ancak doğrudan sahip olmadığı veya kontrol etmediği kaynaklardan meydana gelen tüm diğer dolaylı emisyonları kapsar. Bu emisyonlar, şirketin tüm değer zincirini kapsar ve genellikle bir şirketin toplam karbon ayak izinin en büyük bölümünü oluşturur. Kapsam 3, hem "yukarı yönlü" (tedarik zinciri) hem de "aşağı yönlü" (ürün kullanımı ve ömrü sonu) emisyonları içerir.

Basınçlı hava ile çalışan makineleri tasarlayan makine imalatçıları ve son kullanıcılar, CO2 emisyonu azaltımını genellikle makinede kullanılan bileşenlerin düşük güç tüketimi ve genel verimliliğiyle ilişkilendirir. Bu doğru bir yaklaşımdır ancak CO2 emisyonlarını azaltan etkiler sadece bunlarla sınırlı değildir. Makine imalatçılarının tasarım aşamasında yapacakları ürün seçimleri, doğrudan veya dolaylı olarak emisyon azaltımına katkıda bulunmaktadır.

2. MAKİNE İMALATÇILARI BAZINDA CO2 SALINIMINI AZALTACAK YÖNTEMLER

Makine imalatçıları bazında CO2 emisyonlarını azaltacak birden fazla yöntem mevcuttur. Bu yöntemlerden biri ürünlerin seçimi aşamasında kompakt ve hafif olan ürünlerin tercih edilmesiyle gerçekleşir.

2.1 ISO Standartlı ve ISO Standartlı Olmayan Silindirlerin CO2 Emisyon Kıyaslamaları

ISO (Uluslararası Standardizasyon Örgütü), uluslararası standartları karşılayacak şekilde tasarlanmış ürünleri temsil eder. Standart numarası aynı olduğu sürece farklı marka ürünler aynı bölgede montaj uyumluluğundan dolayı kullanılabilir. Örneğin; ISO 6432 (kalem pistonlar), ISO 15552 (profil gövde pistonlar), ISO 21287 (kompakt pistonlar) 'ye yönelik tercih edilen pistonlar montaj boyutları aynı olması koşulundan dolayı tüm dünyada bu standardı kullanılan farklı üretici firmaların ürünleriyle değiştirilebilir [2]. Fakat, bu noktada montaj dışında diğer çalışma koşulları da dikkate alınmalıdır.

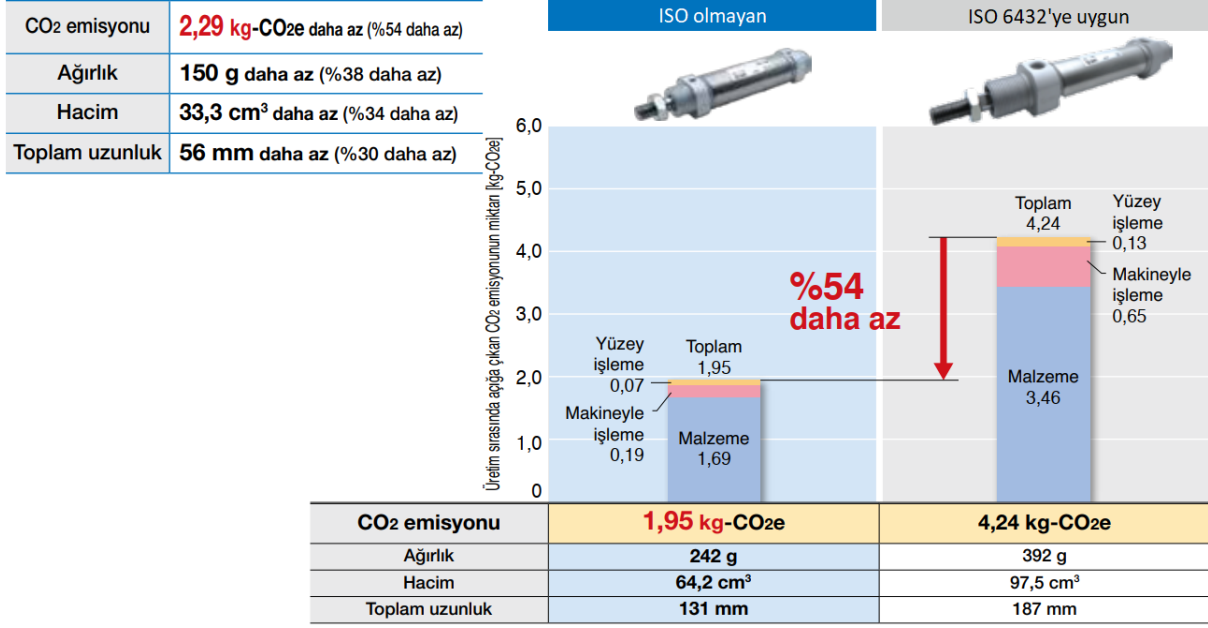
Sanayide yaygın olarak kullanılan ISO standartlı pistonlar ISO olmayan pistonlara göre daha ağır ve büyük olmalarından kaynaklı üretim aşamasında CO2 emisyonu anlamında dezavantaj oluştururlar. Son kullanıcılarda, mevcutta ISO standardında kullanılan ürünlerin değiştirilmesi montaj anlamında revizyon gerektirmesinden dolayı sıkıntı oluşturabilirken, bu değişimin ilk tasarım aşamasında yapılması çok daha kolaylık sağlamaktadır.

Makinaların ilk tasarım aşamasında ISO standardı yerine topoloji optimizasyonu kullanılarak (bir ürünün matematiksel ve mekanik olarak tasarlanmış optimum hali) üretilmiş ürünlerin tercih edilmesiyle daha hafif ve kompakt yapıları ürünler sonucu ürünlerin üretim aşamasındaki CO2 emisyonlarını azaltılabilmektedir [3].

Ürünlerin üretim aşamasındaki CO2 emisyonları üç ana faktöre odaklanılarak hesaplanmaktadır:

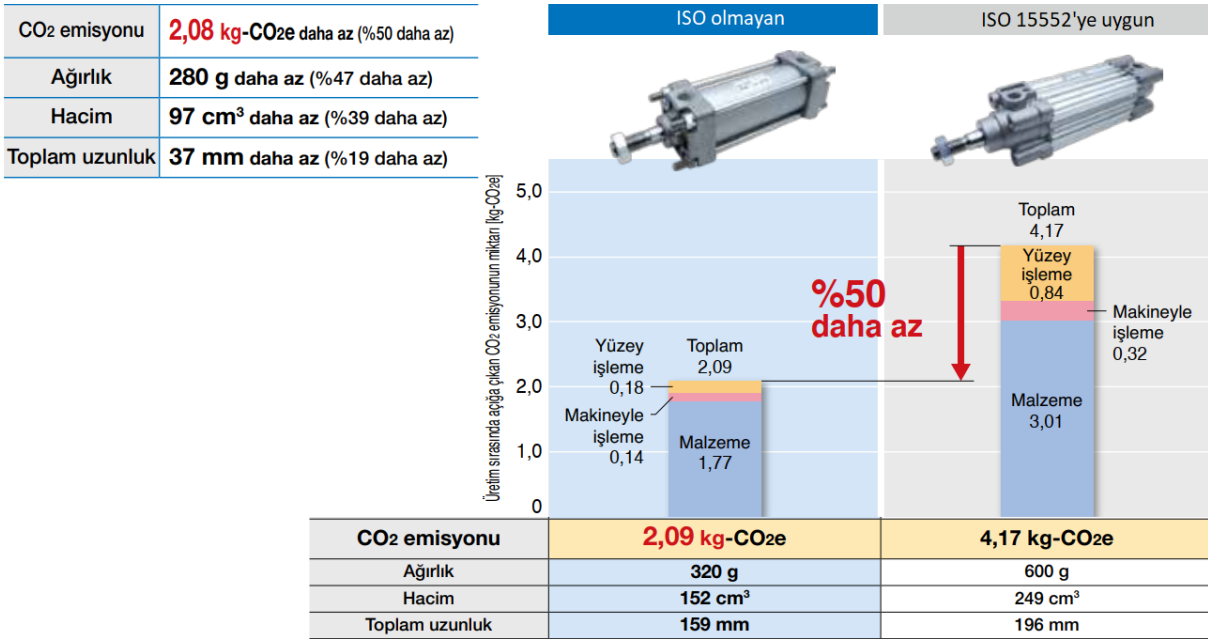
1. Kullanılan malzemenin ağırlığı
2. Mekanik işleme için gerekli motor gücünden kaynaklı emisyonlar
3. Ürünün yüzeyini işleme (boyama ve kaplama) sırasında harcanan güçten kaynaklı emisyonlar

İlerleyen sayfada, ISO olmayan kalem pistonlar ile ISO 6432'ye uygun kalem pistonların üretim aşamasındaki CO2 emisyon kıyaslamaları gösterilmektedir. Görüleceği üzere ISO olmayan kalem pistonu tercih edecek olan bir kullanıcı %54'lere varan oranda ürünün üretimi esnasındaki oluşacak CO2 emisyonlarının azaltılmasına katkı sağlamış olacaktır. Çünkü ISO olan bir pistonla göre bu pistonların ağırlığı, hacmi ve toplam uzunluğu daha azdır.



Şekil 1. ISO olmayan ve ISO 6432'ye uygun kalem pistonun CO₂ emisyon kıyaslaması [3].

Aşağıda, ISO olmayan profil gövde pistonlar ile ISO 15552'ye uygun profil gövde pistonların üretim aşamasındaki CO₂ emisyon kıyaslaması gösterilmektedir.

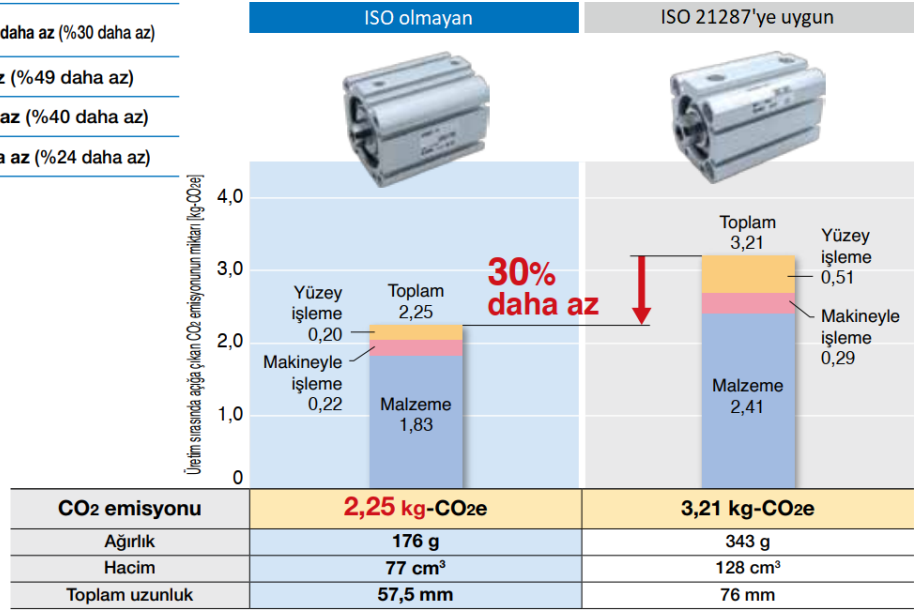


Şekil 2. ISO olmayan ve ISO 15552'ye uygun profil gövde pistonun CO₂ emisyon kıyaslaması [3].

Yukarıdaki örnek kıyaslamadan görüleceği üzere ISO olmayan profil gövde pistonu tercih edecek olan bir kullanıcı %50'lere varan oranda ürünün üretimi esnasındaki oluşacak CO₂ emisyonlarının azaltılmasına katkı sağlayacaktır.

İlerleyen sayfada ise ISO olmayan kompakt pistonlar ile ISO 21287'ye uygun kompakt pistonların üretim aşamasındaki CO₂ emisyon kıyaslaması gösterilmektedir.

CO ₂ emisyonu	0,96 kg-CO₂e daha az (%30 daha az)
Ağırlık	167 g daha az (%49 daha az)
Hacim	51 cm³ daha az (%40 daha az)
Toplam uzunluk	18,5 mm daha az (%24 daha az)



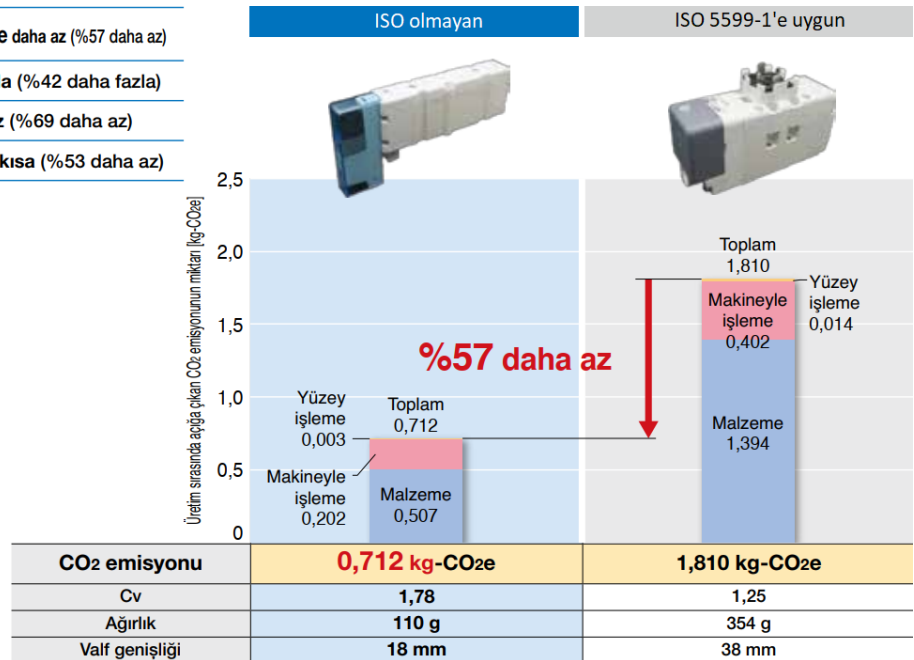
Şekil 3. ISO olmayan ve ISO 21287'e uygun kompakt pistonların CO₂ emisyon kıyaslaması [3].

Yukarıdaki örnek kıyaslamadan görüleceği üzere ISO olmayan kompakt pistonu tercih edecek olan bir kullanıcı %30'lara varan oranda ürünün üretimi esnasındaki oluşacak CO₂ emisyonlarının azaltılmasına katkı sağlayacaktır.

2.2 ISO Standartlı Olmayan Valfler ile ISO Standardına Uygun Valfin CO₂ Emisyon Kıyaslaması

Aşağıda, bu durumla alakalı örnek gösterilmektedir. Bu örnekte ISO olmayan valf ile ISO 5599-1'e uygun valfin üretim aşamasındaki CO₂ emisyon kıyaslaması gösterilmektedir. Görüleceği üzere ISO olmayan valfi tercih edecek olan bir kullanıcı %57'lere varan oranda ürünün üretimi esnasındaki oluşacak CO₂ emisyonlarının azaltılmasına katkı sağlamış olacaktır.

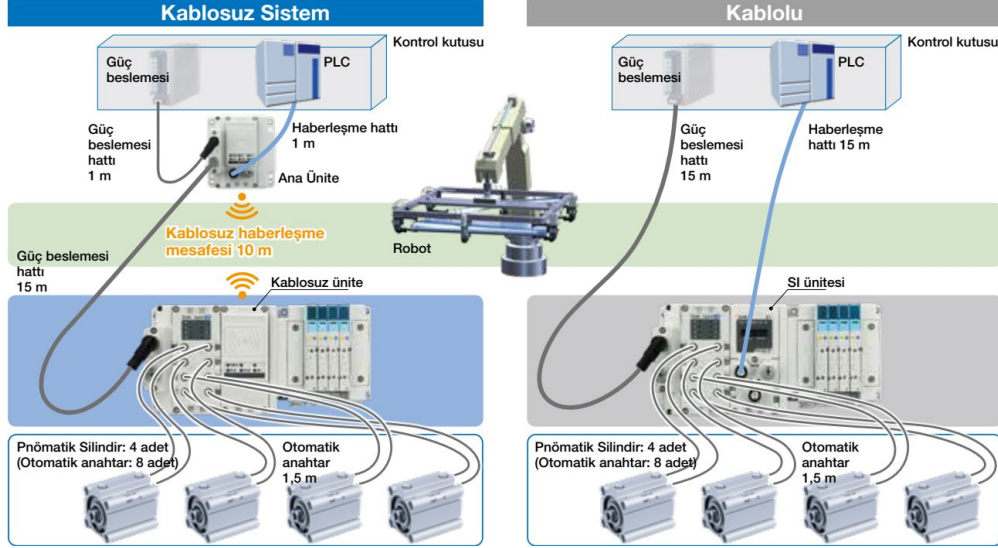
CO ₂ emisyonu	1,098 kg-CO₂e daha az (%57 daha az)
Cv	0,53 daha fazla (%42 daha fazla)
Ağırlık	244 g daha az (%69 daha az)
Valf genişliği	20 mm daha kısa (%53 daha az)



Şekil 4. ISO olmayan valf ile ISO 5599-1'e uygun valfin CO₂ emisyon kıyaslaması [3].

2.3 Kablosuz Haberleşmenin CO2 Emisyonlarına Etkisi

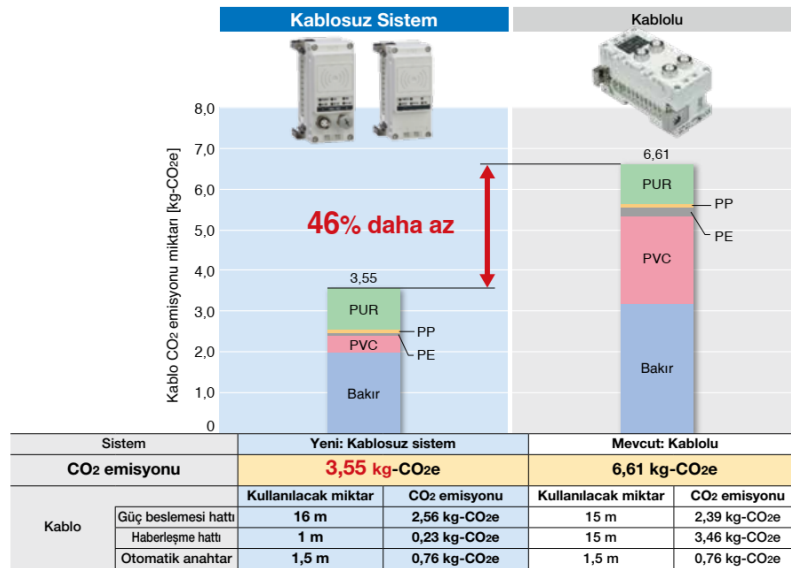
Kablosuz haberleşmenin sadece yer tasarrufu, en aza indirilmiş bağlantı veya kablo kopma riskini ortadan kaldırma gibi avantajları yoktur aynı zamanda bu durum üretim aşamasında kablolanmanın büyük oranda ortadan kalkacağı dolayısıyla Kapsam 3 emisyonlarının azalacağı anlamına gelmektedir. Aşağıda bu durumla alakalı örnek senaryo gösterilmektedir.



Şekil 5. Kablosuz ve kablolu haberleşmeye yönelik örnek senaryo [3].

Bu örnekte 2 farklı senaryo gösterilmektedir. Sağda kablolu, solda ise kablosuz sistem gösterilmektedir. Her iki sistemde de benzer sayıda ürünler kullanılmıştır. Tek fark kablosuz valf adaları ve haberleşme ünitesi sayesinde güç kablosunda 1 m artışa binaen haberleşme kablosunda 14 m'lik bir azalmadır. Sonuç olarak kablo üretiminde kullanılan bakır, polivinil klorür, polipropilen ve polietilen kullanımının ciddi oranda azalmaktadır. Bu durumda bu uygulama örneği için kablosuz haberleşmeli ürünleri tercih edecek bir kullanıcı %46'lara varan oranda Kapsam 3 emisyonlarını azaltmış olacaktır.

PP : Polipropilen
PE : Polietilen
PVC : Polivinil klorür
PUR : Poliüretan



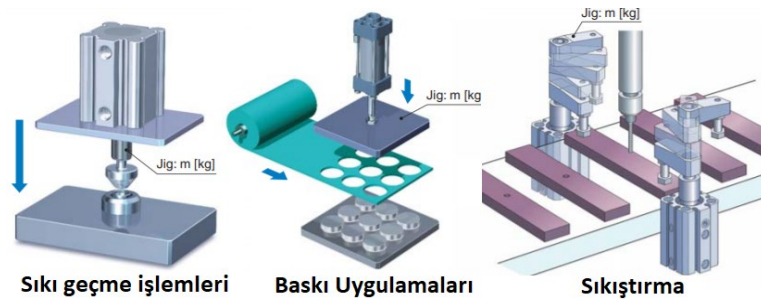
Şekil 6. Kablosuz ve kablolu haberleşmenin üretim aşamasında CO2 emisyonu kıyaslaması [3].

3. SON KULLANICILARDA CO2 SALINIMINI AZALTACAK YÖNTEMLER

Basınçlı hava sistemleri kullanan son kullanıcılarda CO2 salınımını azaltma girişimleri hem çevresel sürdürülebilirlik hedeflerine ulaşmak hem de enerji verimliliği sayesinde operasyonel maliyetleri düşürmek adına büyük önem taşımaktadır. Bu noktada bu hedeflere ulaşmak için bazı yöntemler mevcuttur.

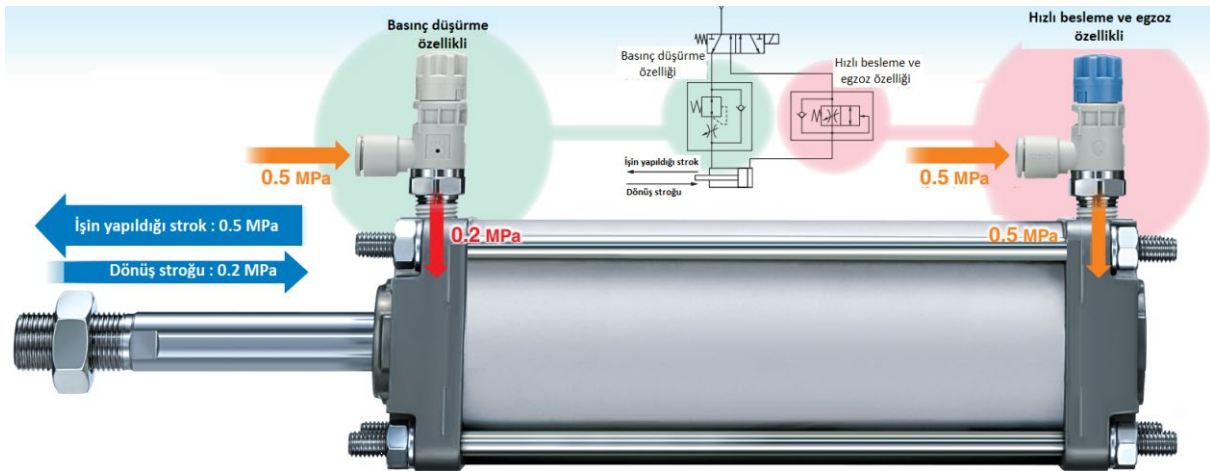
3.1 Tek yönde İş Yapan Çift Etkili Silindirlerde Düşük Basınç ile Kapsam 1 Emisyonlarının Azaltılması

Pnömatik iş elemanları özellikle sıkı geçme, baskı ve sıkıştırma gibi işlemlerde tek yönde iş yapmaktadır. Fakat sanayide genel itibarıyla bu tarz uygulamalarda her iki yönde de (ileri ve geri) yüksek basınç (6 bar) kullanılır. Aşağıda bu durumla alakalı tek yönde iş yapan çift etkili piston uygulamaları gösterilmektedir.



Şekil 7. Tek yönde iş yapan çift etkili silindir uygulamaları [4]

Özellikle sıkı geçme ve baskı uygulamalarında pistonlar ileri çıkarken yüksek basınç, geri gelirken ise düşük basınç (Ör: 2 bar), sıkıştırma pistonlarında ise sıkıştırma esnasında yüksek basınç, parçayı bırakacağı zaman düşük basınç (2 bar) ile %25'lere varan oranda hava tasarrufu ve bunun sonucu olarak Kapsam 1 emisyonları azaltılabilir. Aşağıdaki görselde bu durumla alakalı örnek gösterilmektedir. Piston ileri giderken 0.5 MPa'lık basınçta, geri gelirken ise 0.2 MPa'lık basınçta geri getirilmektedir. Solda gösterilen beyaz başlıklı ürün devre şemasından da görüleceği üzere standart hız ayarlarının aksine hem hız ayar hem de sabit 2 barlık regülatör özelliğine sahiptir. Sağda bulunan mavi başlıklı ürün ise hızlı besleme ve egzoz özelliğine sahiptir. Bu sebeple düşük basınçta geri dönüş esnasında olası gecikmelerin minimize edilmesi sağlanmaktadır.

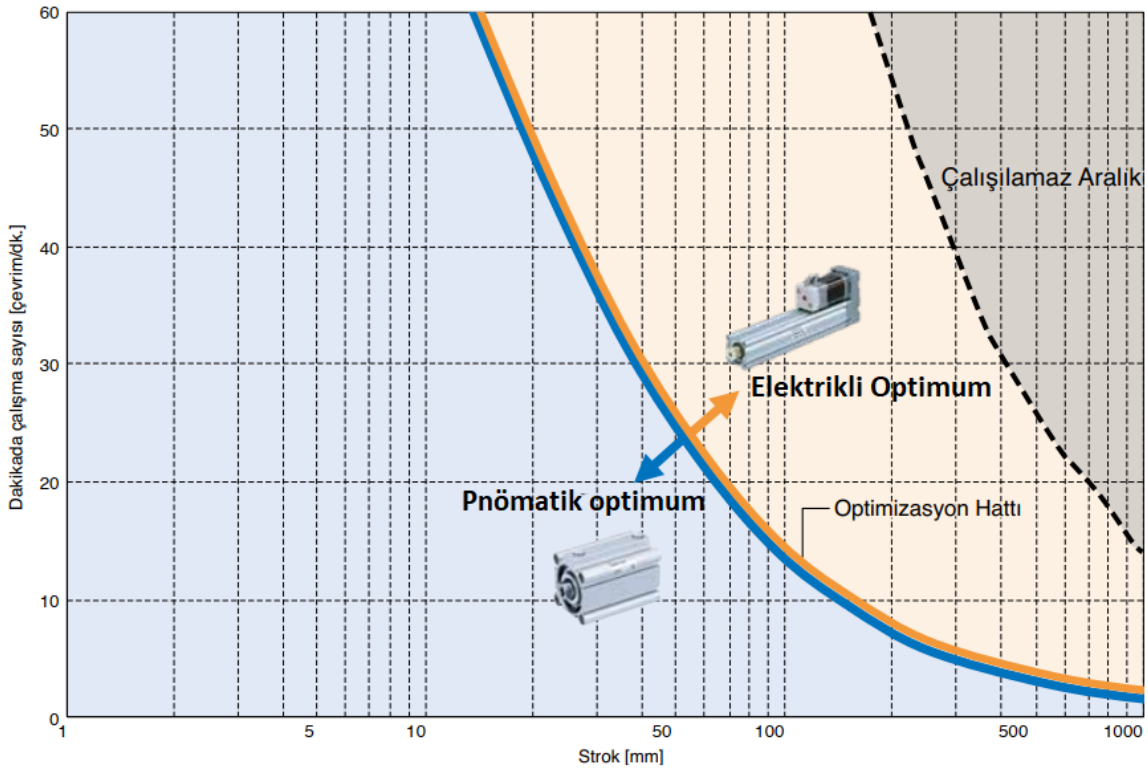


Şekil 8. Tek yönde iş yapan çift etkili silindirde enerji tasarruflu hız ayar valflerinin konumu

3.2. Uygulamaya Göre Pnömatik veya Elektrikli Silindirlerin Kapsam 1 Emisyonuna Etkileri

Pnömatik ve elektrikli silindirlerde dakikadaki çevrim sayısı arttıkça CO2 emisyonu miktarı da artar. Elektrikli silindirler eğer sıkıştırma veya yükte kalma gibi uygulamalarında kullanılırsa enerji tüketilmeye devam eder. Ancak pnömatik silindirler bu tarz uygulamalarda hava tüketmez (hava kaçağı yoksa) bu sebeple bu tarz uygulamalarda pnömatik silindiri seçerek Kapsam 1 emisyonlarını azaltmak mümkündür.

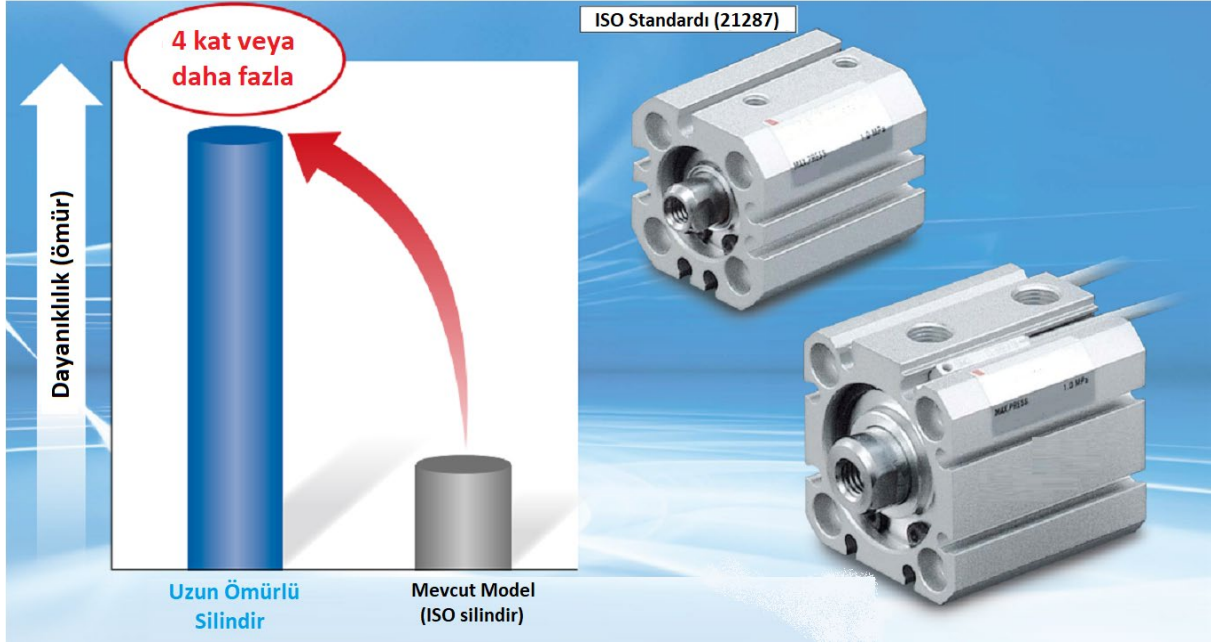
Aşağıdaki grafik, Ø32 çaplı silindirler için çalışma stroğu ve dakikadaki çevrim sayısına göre elektrikli ve pnömatik silindirler arasındaki en uygun kullanım alanlarını göstermektedir. Bu doğrultuda hangi ürünün CO2 emisyonu azaltımı noktasında avantaj sağlayacağı öngörülebilir. Genel olarak, pnömatik silindirler enerji tüketimi açısından kısa stroklarla çalışırken en uygun seçenektir (örneğin 10 mm strok, 40 çevrim) öte yandan, elektrikli silindirler uzun stroklu uygulamalarda (örneğin 100 mm strok, 40 çevrim) en uygun seçenektir. CO2 emisyonlarını etkin bir şekilde azaltmak için gerçek çalışma koşullarını (ortam sıcaklığı, kablo boyu, hortum boyu, piston çapları) göz önünde bulundurmak gerekmektedir.



Şekil 9. Ø32 çaplı pnömatik ve elektrikli piston örnek seçim kriteri [3]

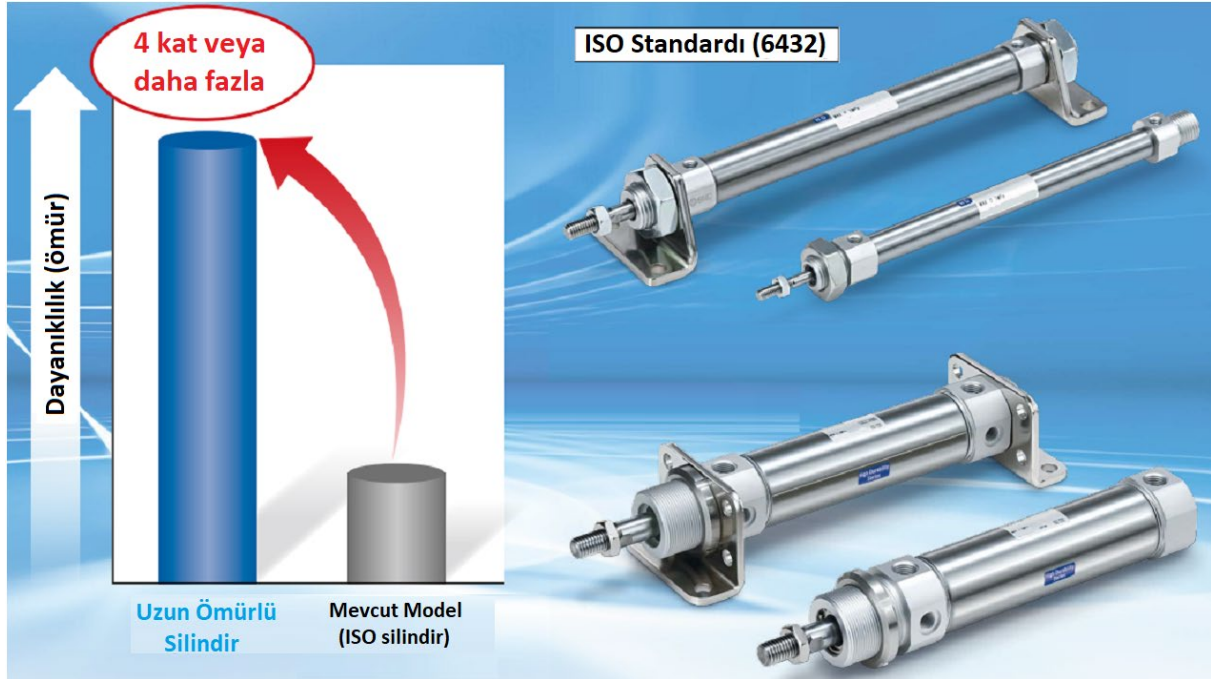
3.3. Yüksek Dayanımlı Silindirler İle Kapsam 3 Emisyonlarının Azaltılması

Son kullanıcılar özellikle bozulan bir silindiri montaj ölçüleri aynı olan silindirlerle değiştirmeyi tercih etmektedirler. Bunun temel nedeni, üretim kaybını ve arıza süresini en aza indirmektir. Fakat bu durum genel itibarıyla ISO standartlı silindir gereksinimi doğurmaktadır. ISO standartlı silindirlerin ise önceki sayfalarda bahsedildiği gibi birçok yönden Kapsam 3 emisyonları açısından dezavantajları vardır. Fakat bu durum yeni teknolojilere sahip, silindirlerin iç yapısı ve keçeleri optimize edilmiş ISO (21287, 6432) standartlı pistonlar için söz konusu değildir. Çünkü bu ürünler 4 kat ve üzerinde uzun ömre sahiptir. İlerleyen sayfada ISO 21287 standartlı ürünle alakalı görsel gösterilmektedir.



Şekil 10. Yeni teknolojiye sahip yüksek dayanımlı ISO 21287 standartlı kompakt pistonlar [5]

Aşağıda ise benzer özelliklere sahip olan ISO 6432 standartlı kalem pistonlar gösterilmektedir.

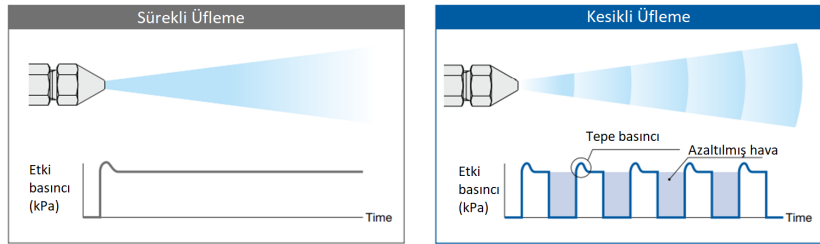


Şekil 11. Yeni teknolojiye sahip yüksek dayanımlı ISO 6432 standartlı kalem pistonlar [6]

Özellikle yüksek çevrimli uygulamalarda kısa sürede bozulan ve hava kaçakları oluşturan pistonların Kapsam 1 emisyonları anlamında veya ürünün tamamen yenisiyle değişmesi gerekmesi durumunda ise Kapsam 3 emisyonları anlamında, son kullanıcıların CO2 hedeflerine ulaşması konusunda, dezavantajlar oluşturmaktadır. Sonuç olarak bir son kullanıcı yeni teknolojiye sahip ürünleri kullanarak makinasını çok daha uzun ömürlü hale getirebilir. Böylece Kapsam 3 emisyonlarında 4 kat ve üzerinde CO2 emisyonu azaltımı sağlayabilir.

3.4. Üfleme Uygulamalarında Kesikli Üflemelemlerle Kapsam 1 Emisyonlarının Azaltılması

Basınçlı hava ile yapılan sürekli üflemler yüksek hava tüketimi oluşturmaktadır. Bu tarz üflemler genel itibarıyla ilk üfleme başladığı anda yüksek bir etki basıncı, sonrasında ise bir miktar azalmış bir etki basıncıyla üfleme işleminin devamı şeklindedir. Bu noktada üflemlerin kesikli bir şekilde yapılması sonucunda %50'lere varan oranda tasarruf ve Kapsam 1 emisyonlarında azaltım sağlanabilir. Ayrıca her seferinde yüksek darbe etkisine ulaşılması özellikle temizlik uygulamalarında daha kısa sürelerde işlemin bitmesine sebebiyet verebilir.

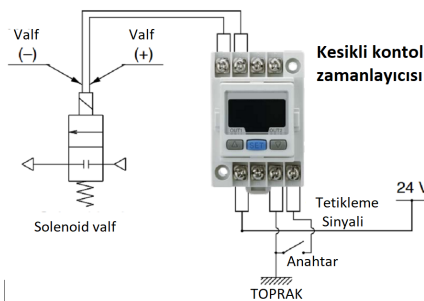


Şekil 12. Sabit ve kesikli yapılan üfleme örneği

Kesikli üfleme birden fazla metotla yapılabilir. Bunlar;

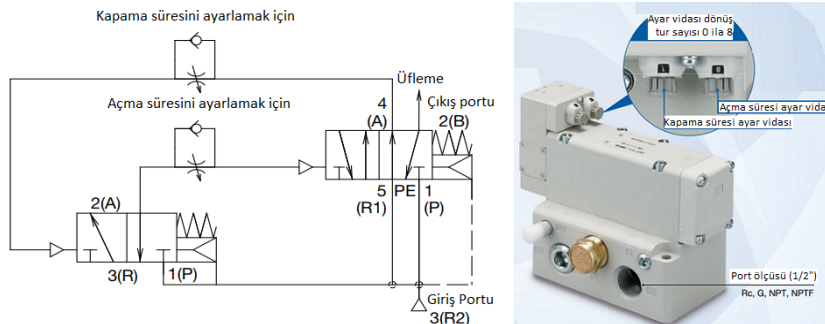
- PLC (programlanabilir lojik kontrolör) üzerinden belirli frekanslarda yollanacak dijital çıkışlardan valflerin tetiklenmesiyle,
- Kesikli kontrol zamanlayıcıları üzerinden valflerin tetiklendirilmesiyle,
- Frekans ayarlı pnömatik valfler ile.

Aşağıda, kesikli kontrol zamanlayıcısı üzerinden valfin tetiklendirilerek yapılabilecek kesikli üfleme uygulaması ve örnek bağlantı yapısı gösterilmektedir.



Şekil 13. Kesikli kontrol zamanlayıcısı ve valf bağlantı örneği [7]

Aşağıda ise frekans ayarlı pnömatik valf ve iç yapısı gösterilmektedir.



Şekil 14. Frekans ayarlı pnömatik valf ve iç yapısı [8]

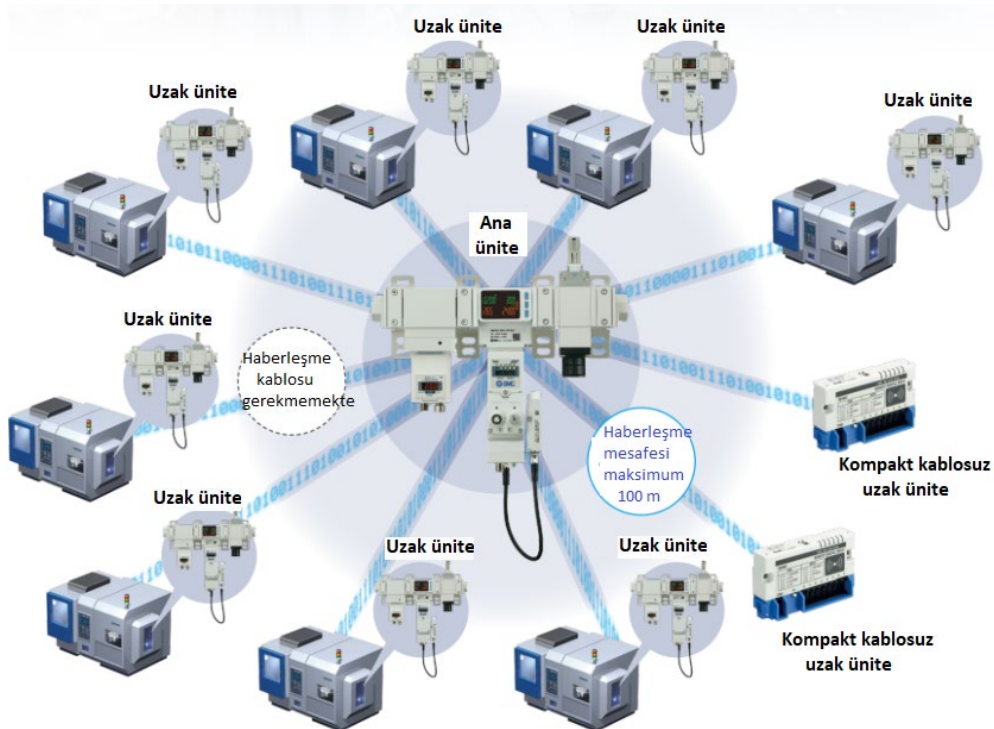
3.5. Hava Yönetim ve Kontrol Sistemleriyle Kapsam 1 ve Kapsam 3 Emisyonlarının Azaltılması

Endüstride kullanılan basınçlı hava debimetreleri ekranlı ve ekranlı yapıda olabilmektedirler. Genel itibariyle hava kaçakları ve tüketimdeki anormallikleri ölçmeye yarayan bu debimetrelerin birden fazla ekranlı yapıda olan çeşitleri de mevcuttur. Özellikle 4 ekranlı olan debimetrelerde anlık ve toplam tüketim ölçümlerinin yanı sıra basınç ve basınçlı hava sıcaklığı da ölçülebilmektedir. Bu sebeple tek ekranlı debimetrelerin yanında ek olarak basınç ve basınçlı hava sıcaklığı ölçmek için ayrıca sensör kullanmak yerine 4 ekranlı debimetrelere geçilerek Kapsam 3 emisyonları azaltılabilir. Bu ürünlerin bir makine bazlı onlarca adette kullanılması durumunda kablolu miktarı ciddi anlamda artacaktır.



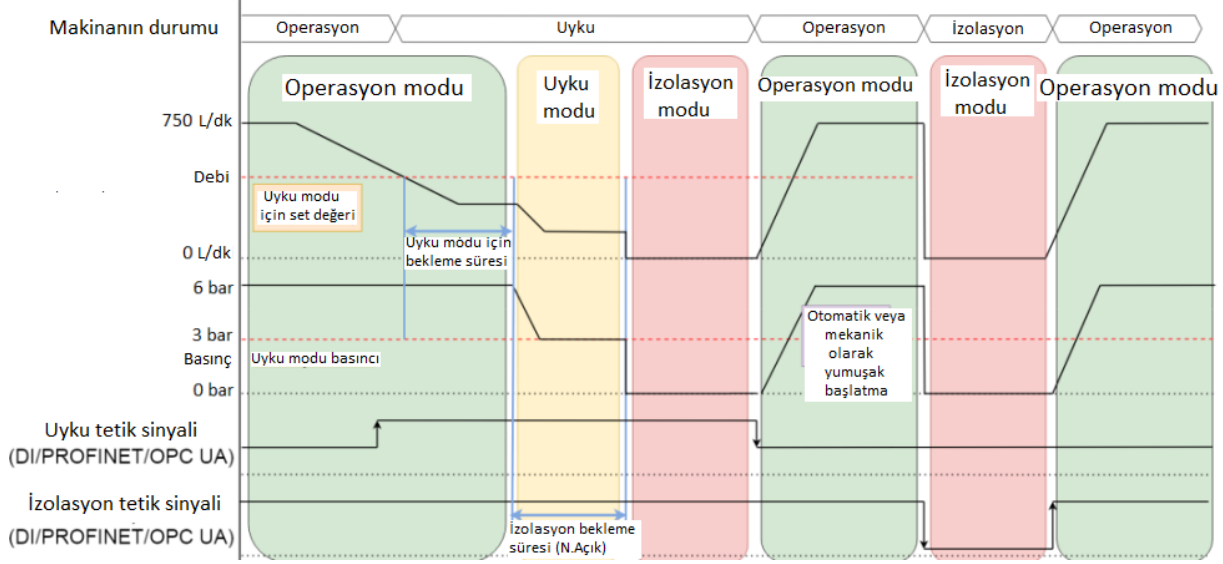
Şekil 15. Ekranlı, tek ekranlı ve 4 ekranlı debimetreler

Bu noktada haberleşme kablolarını ortadan kaldırarak 100 metre yarıçapında kablosuz haberleşmeli 4 ekran debimetre özellikli hava yönetim sistemleri (HYS) ile yüksek oranda Kapsam 3 emisyonlarının azaltılması mümkündür. Aşağıda bu durumla alakalı 1 ana, 8 uzak ünite, 2 tane kompakt kablosuz uzak üniteleri gösterilmektedir. Her bir uzak ünitenin ana üniteye olan mesafesinin 100 metre olması durumunda bu sistem sayesinde toplamda 1000 metrelik haberleşme kablosunu ortadan kaldırmak mümkündür.



Şekil 16. Kablosuz haberleşmeli 4 ekran debimetre özellikli hava yönetim sistemleri [9]

HYS sadece kablosuz olma özelliğiyle Kapsam 3 emisyonlarının azaltılmasına katkıda bulunmayıp, aynı zamanda aşağıdaki grafikte gösterildiği gibi makinaların kısa süreli duruşlarında basıncı düşürme (uyku modu), uzun süreli duruşlarında ise komple havayı kapatma (izolasyon modu) özelliğine sahiptir. Bu sayede Kapsam 1 emisyonlarının azalmasına da katkı sağlamaktadır.



Şekil 17. HYS örnek çalışma senaryosu

SONUÇ

Makine imalatçıları tarafından tasarlanan makinaların hafif ve kompakt olması sadece ürünlerin üretildiği aşamada değil bu makinaların yollanacağı yere olan lojistik maliyetlerinin ve lojistik kaynaklı Kapsam 3 emisyonlarının da azalmasına katkı sağlayacaktır. Kablosuz haberleşme sayesinde ise hem kablo kopma ihtimali ortadan kalkacak hem de kablo üretiminin ciddi oranda azalması sonucu Kapsam 3 emisyonları azalacaktır.

Son kullanıcılarda ise daha kompakt makinalar, belirli bir alan için daha fazla makine koyabilme olasılığı anlamına gelecektir. Ayrıca optimum basınçta çalışan, uygulamaya göre doğru güç seçimi (pnömatik & elektrikli silindirlere), enerji verimli ürünler ve HYS'ler ile Kapsam 1 emisyonları azaltılabilir.

KAYNAKLAR

- [1] <https://ghgprotocol.org/standards#:~:text=GHG%20Protocol%20supplies%20the%20world's,support%20the%20missions%20and%20goals.>
- [2] <https://ca01.smcworld.com/catalog/ISO/mpv/p-e10-2a-isocy/data/p-e10-2a-isocy.pdf>
- [3] https://smc-static-resources-prd.s3.eu-central-1.amazonaws.com/products/catalogues/CO2_cat_en.pdf
- [4] <https://ca01.smcworld.com/catalog/New-products-en/mpv/es20-245-asrasq/data/es20-245-asrasq.pdf>
- [5] <https://ca01.smcworld.com/catalog/New-products-en/mpv/ES20-312-C55-XB24/data/ES20-312-C55-XB24.pdf>
- [6] <https://ca01.smcworld.com/catalog/New-products-en/mpv/ES20-306-C85-C75-XB/data/ES20-306-C85-C75-XB.pdf>
- [7] https://ca01.smcworld.com/catalog/SMC-HP-en/mpv/P-E21-20-EnergySaving_in_Factories/data/P-E21-20-EnergySaving_in_Factories.pdf

[8] https://static.smc.eu/pdf/AXTS040-X202-A_EU.pdf

[9] <https://ca01.smcworld.com/catalog/New-products-en/mpv/ES100-155-AMS/data/ES100-155-AMS.pdf>

ÖZGEÇMİŞ

Efekan ŞEŞEN

1988 yılı İstanbul doğumludur. 2006 yılında Haydarpaşa Anadolu Teknik Lisesi Otomatik Kumanda bölümünü bitirmiştir. 2008 yılında Kocaeli Üniversitesi Gebze Meslek Yüksek Okulu Mekatronik Önlisans programından mezun olmuştur. 2013 yılında Bahçeşehir Üniversitesi Mühendisliği Fakültesi Mekatronik Mühendisliğini Lisans programından mezun olmuştur. 2016 yılında Siegen Üniversitesi Mekatronik bölümü Yüksek Lisans (M.Sc.) programından mezun olmuştur. 2017 yılında başladığı SMC Turkey Otomasyon A.Ş.'de Enerji Tasarrufu Müdürü olarak çalışmalarına devam etmektedir.