

RADYASYON DEDEKTÖRLERİNDE ANALOG / DİJİTAL ÇEVİRİCİLER

Cansu Akbay - *Biyomedikal Yüksek Mühendisi*
cansu.akbay@emo.org.tr



Şekil 1. Temel dedeksiyonun çalışma prensibi

Analog dürtüyü(pulse) dijital forma dönüştürmek sinyalin içerdiği bilgiyi saklamanın ve analiz etmenin en verimli yoludur. Bu nedenle, ADÇ (Analog Dijital Çeviriciler) dönüştürme yönteminin belirlenmesinde dikkat edilmesi gereken bazı hususlar vardır.

A/D Dönüşümüne bağlı parametreler

• Dönüşüm süresi:

Bu süre, bir analog sinyalin dijital dönüşümünde geçen zamanı ifade eder. Bu yalnızca A/D dönüşüm yöntemine bağlı değil , aynı zamanda dürtünün genliğine de bağlıdır.

• Ölü Zaman

A/D dönüştürücünün sinyalin oluşumu, dönüştürülmesi ve bir sonraki sinyalin oluşumuna hazır olması için geçen toplam süreyi ifade eder. Ölü zaman denilmesinin sebebi, bu sürede yeni bir sinyal alınamamıştır. Ölü zaman genel olarak aşağıdaki bileşenlerden oluşur:

- Sinyal oluşum süresi
- Dönüşüm süresi
- Ara belleğe(buffer) veri aktarımı
- Resetleme süresi

İyi tasarlanmış sistemlerde, dijitalize edilen sinyalin hafızaya aktarımı resetleme süresinde gerçekleşir.

Hafızanın sinyali nasıl okuduğu ve işlediği ADÇ'nin işleyişinin dışındadır. Ancak hafızanın sınırlı bir kapasiteye sahip olmasından dolayı (örneğin 1 Kb FIFOs) , bilgi kaybına neden olabilecek taşmadan kaçınmak için okuma işlemini sürekli olarak gerçekleştirmesi gerekir.

Ek olarak, ADÇ üzerindeki işlemler kendine özgü tepki süresi ve belirsizlikleri olan dijital sinyaller üzerinden kontrol edilir.

ADÇ'nin ölü zamanda olduğu esnada dürtülerin gelmesi durumunda, yük ADÇ tarafından sonradan oluşturulmak üzere kapasitörlerle saklanmadığı sürece bilgi kaybı söz konusudur. Sistemin ortalama ölü zamanının tanımlanması ve sonrasında bunun son analiz için düzenlenmesi bilgi kaybını önlemenin bir diğer yoludur. Aynı ölü zaman içinde gerçekleşen tüm olaylardaki rastgele sinyallerde bu strateji başarıyla sonuçlanmaktadır. Ölü zamanın belirlenmesi ADÇ'nin bililen dürtü akışı ile gönderilen ve çıkışın kaydedildiği basit bir işlemdir. Çıkış ile giriş sinyalinin karşılaştırılması ölü zamanın kantitatif ölçünü verir.

• Çözünürlük

ADC Sistemin dinamik aralığında Analog giriş sinyaliyle doğru orantılıdır. ADC'nin analog girişe atayacağı en küçük sayı ADC'nin çözünürlüğünü verir. ADC'nin çözünürlüğü genellikle bit cinsinden ifade edilir. n bitlik bir ADC 'nin çözünürlüğü idealde aşağıdaki gibi hesaplanır :

$$\frac{\Delta V}{V} = \frac{1}{2^n} \quad (1.1)$$

Örneğin 8 bitlik bir ADC'nin çözünürlüğü 1.1 denklemine göre 3.9×10^3 'tür.

• Non lineerlik

Analogtan dijitale dönüşüm işlemindeki herhangi bir non lineerlik özellikle yüksek çözünürlüklü dedeksiyon sistemlerinde ciddi bir problem olabilir. Bu nedenle, sistemde kullanılan ADC'nin doğrusallığının sağlanması son derece önemlidir. Analogtan dijitale çevirme işleminde doğrusallık yalnızca ADC tasarımı ve devresine bağlı değildir, aynı zamanda analog dürtünün şekli ve süresine bağlıdır. Elimine edilmesi gereken veya bunun mümkün olmadığı durumda en aza indirgenilmesi 2 tip non lineerite vardır. Bunlar genellikle diferansiyel ve integral non lineerlik olarak adlandırılırlar.

Diferansiyel Non Lineerlik: Diferansiyel non lineerlik dönüşüm işlemi esnasında ADC'deki artışların kararlılığının ölçüsüdür.

İntegral Non Lineerlik: ADC sayımları analog dürtünün genliğiyle doğru orantılı değilse integral non lineerlik olduğu söylenir.

• Kararlılık

ADC'ye bağlı fiziksel parametrelerin zamanla birlikte önemli derecede değişmiyor olması istenir. Bu nedenle kararlılık ADC seçiminde önemli kriterlerden biridir.

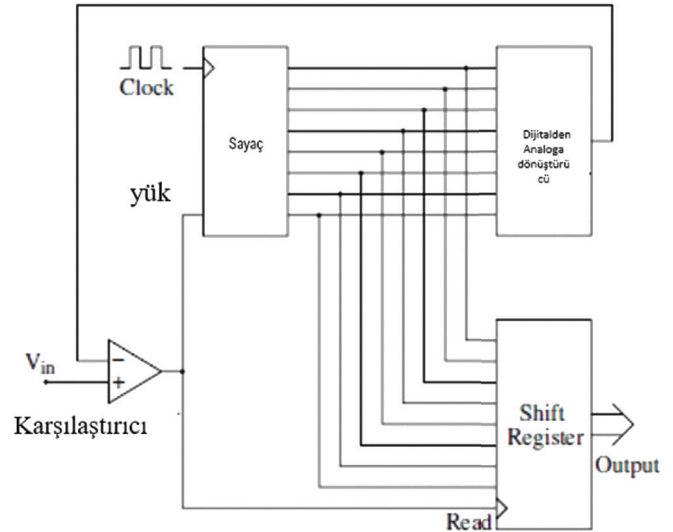
Radyasyon Dedeksiyon Sistemlerinde Kullanılan A/D dönüştürücüler

Radyasyon dedeksiyon sistemlerinde kullanılan bazı A/D dönüştürücüler aşağıda listelenmiştir :

- Rampalı A/D Dönüştürücüler
- Ardışık Yaklaşımlı A/D Dönüştürücüler
- Girişi izleyen A/D Dönüştürücüler
- Wilkinson A/D Dönüştürücüler
- Paralel karşılaştırıcı (Flash) A/D Dönüştürücüler
- Hibrit A/D Dönüştürücüler

Rampalı A/D dönüştürücülerin diğer dönüştürücü türlerine göre daha az elektronik birleşene sahip olmasından dolayı maliyeti düşüktür. Yüksek frekanslı

giriş sinyalleri için uygun değildir. Dönüşüm döngüsünün başlangıcında Dijital Analog Dönüştürücü (DAD) çıkış gerilimi giriş geriliminden düşüktür ve bunun sonucunda karşılaştırıcı çıkışı gerilimi yükselir. Her bir saat dürtüsüyle sayaç sayıma başlar. Çıkış doğrudan çıkış gerilimi biraz daha yüksek olan DAC'a bağlıdır. Bu gerilim daha sonra giriş gerilimşyle karşılaştırılır. Giriş gerilimi çıkış gerilimden halen yüksekse , karşılaştırıcının çıkışı yüksek kalmayı sürdürür ve sayaç sayıma devam eder. Bu sayım işlemi DAC çıkış gerilimi giriş gerilimine ulaşınca kadar devam eder. Bu aşamada karşılaştırıcının çıkışı azalmaya başlayacaktır. Sayacın değerini okumak için , karşılaştırıcının çıkışı düşer düşmez binary sayımları yükleyen kaydırma yazmacı (shifter register) devreye girer. Karşılaştırıcının düşük çıkışı aynı zamanda sayacın resetlenmesine ve yeni döngü için hazır hale gelmesine neden olur. Bazı uygulamalarda bu dijital rampalama sistemi istenmeyen iki temel probleme yol açar. Bunlardan biri yavaş örneklemedir. Her bir dönüşüm döngüsünde sayacın 0'dan başlayacağı için işlem çok yavaştır ve yüksek hızlı uygulamalar için uygun değildir. Diğer problem ise düzensiz örneklemedir. Sayaç DAC çıkışı giriş gerilimine ulaşana kadar sayıma devam edeceğinden , dönüşüm süresi sinyalin yüksekliğine bağlıdır. Örnekleme zamanına göre değişen giriş sinyali için düzensizdir ve bu da sinyal okuma süresini ve analizini zorlaştırır.

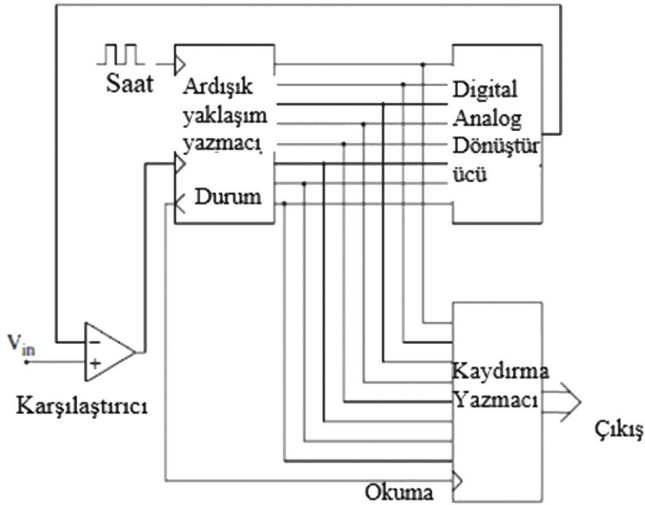


Şekil 2. 8 bitlik çözünürlüklü rampalı A/D dönüştürücü [2]

Ardışık yaklaşımlı A/D dönüştürücüler rampalı A/D dönüştürücülerin her bir dönüşüm döngüsünün başlangıcında sayacın 0'dan sayıma başlamasından dolayı yavaş hıza sahip olmasından kaynaklı olum-

suzluğunu gidermek üzere geliştirilmiş bir yöntemdir. Binary sayacın yerini ardışık yaklaşım yazmacının (successive approximation register) alır. Bu yazmaç sayaç görevi göremeye devam eder ancak ikili dizileri saymaz, bunun yerine tüm bit'leri deneyerek sayımları artırır ve her bir aşamada DAC'ın çıkışının sonuçlarını analog girişle karşılaştırır. Bu en yüksek değerli bit (most significant bit) ile başlar ve en düşük değerli bit (least significant bit) ile sonlanır. Her bir aşamada DAC çıkışı ve analog giriş arasındaki farkın 0'dan büyük veya küçük olma durumuna göre bit'leri ayarlar. Bu yöntemin avantajı basit ikili sayaca göre DAC'ın çıkışının analog girişe yaklaşmasının daha hızlı olmasıdır.

Ardışık yaklaşım A/D dönüştürücülerin dezavantajı yüksek diferansiyel non lineeritenin olmasıdır.

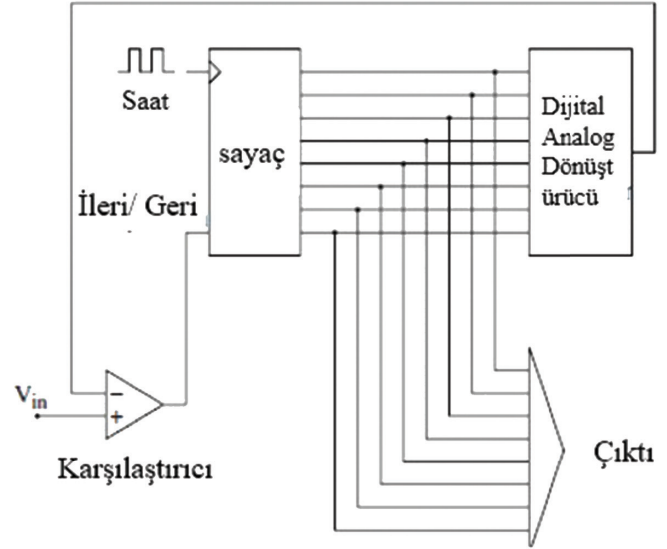


Şekil 3. 8 bitlik ardışık yaklaşım A/D Dönüştürücü [2]

Giriş izleyen A/D dönüştürücüler dijital rampalı dönüştürücülerdeki düzenli sayaçların aksine ileri/geri sayaç kullanılır. Sayaç bir saat üzerinden devamlı sayım alır ve karşılaştırıcının çıkışının yüksek veya düşük olmasına göre ileriye veya geriye doğru sayar. Böylece sayaç giriş voltajını sürekli izler ve giriş voltajı kendiliğinden 0 olmadığı sürece asla resetlenmez. Bunun net etkisi hızlı dönüşüm süresi ve kaydırma yazmacı gerekmediğinden tasarımın basitleşmesidir.

Bu tasarımın temel dezavantajı sayacın ve buna bağlı sürekli olarak ileri veya geriye doğru sayım almasından kaynaklı dijitalize edilen çıkışın hiçbir zaman kararlı olmamasıdır. Bununla beraber, değişimler, önceden tanımlanmış bazı değerlerle çıkış değiştirildiği durumda sayaç çıkışı kaydırma yazmacında

tutularak azaltılabilir.



Şekil 4. 8 bitlik giriş izleyen A/D dönüştürücü. Sayaç karşılaştırıcının çıkışı yüksek (düşük) olduğu an ileri (geri) sayıma başlar. Bu tip tasarımlarda kaydırma saymacına gerek duyulmaz. [2]

Wilkinson A/D dönüştürücüler eğimli ve integral A/D dönüştürücüler olarak iki sınıfa sahiptir. Daha önce bahcedilen A/D dönüştürücülerden farklı olarak eğimli A/D dönüştürücüler DAC içermezler, dolayısıyla diferansiyel non lineeritenin ana kaynağı ortadan kalkmış olur.

Bu tip A/D dönüştürücülerin temel mantığı analog hafıza kapasitöründe giriş dürtüsünü saklamak ve sonrasında bunun yavaşça deşarj olmasını sağlamaktır. Kapasitörün doğrusal deşarjı esnasında sayaç sayımı sürdürür. Son dijital analog girişle doğru orantılıdır. Tipik bir Wilkinson A/D dönüştürücünün dönüşüm döngüsü boyunca işleyişi aşağıdaki gibidir:

- Giriş dürtüsünün genliği dürtü genişletici devre kullanılarak genişletilir.
- Genişletilen dürtü hafıza kapasitörüne aktarılır.
- Kapasitörün dürtü genişletici devreyle bağlantısı kesilir.
- Akım kaynağı doğrusal olarak deşarj etmek üzere kapasitöre bağlanır.

Bu anda, sayaç referans gerilimine ulaşmak için kapasitör geriliminin alan saat dürtülerinin sayısını saymaya başlar. Kaynak deşarj boyunca sabit bir akım (i_s) veriyorsa C kapasitansına sahip kapasitörün

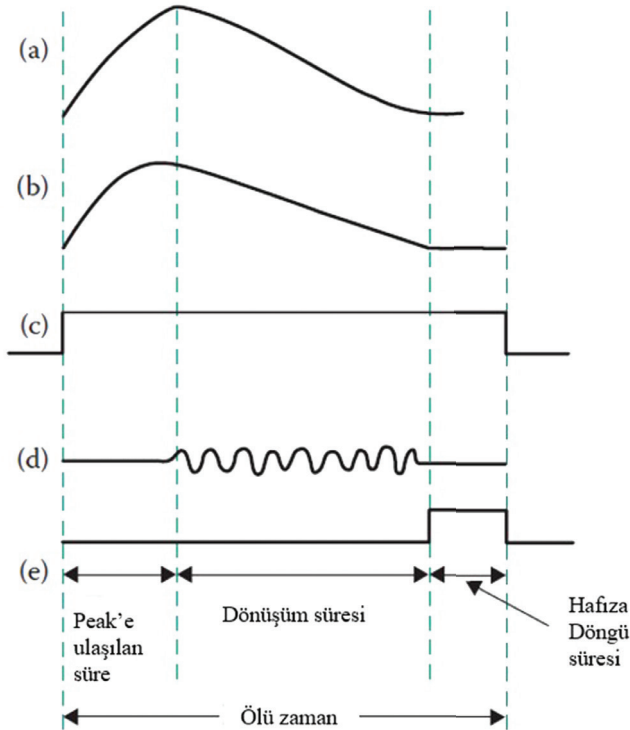
tamamıyla deşarj olma süresi:

$$t_d = V_{in} \frac{C}{i_s} \quad (1.2)$$

1.2 denklemindeki V_{in} giriş gerilimidir. Bu süre dijital sayaçla doğru orantılı olduğundan en son dijital giriş gerilimiyle doğru orantılıdır. Wilkinson A/D dönüştürücülerin en büyük dezavantajı uzun dönüştürme süresidir. Bu süre 1.3'deki denklemle hesaplanır:

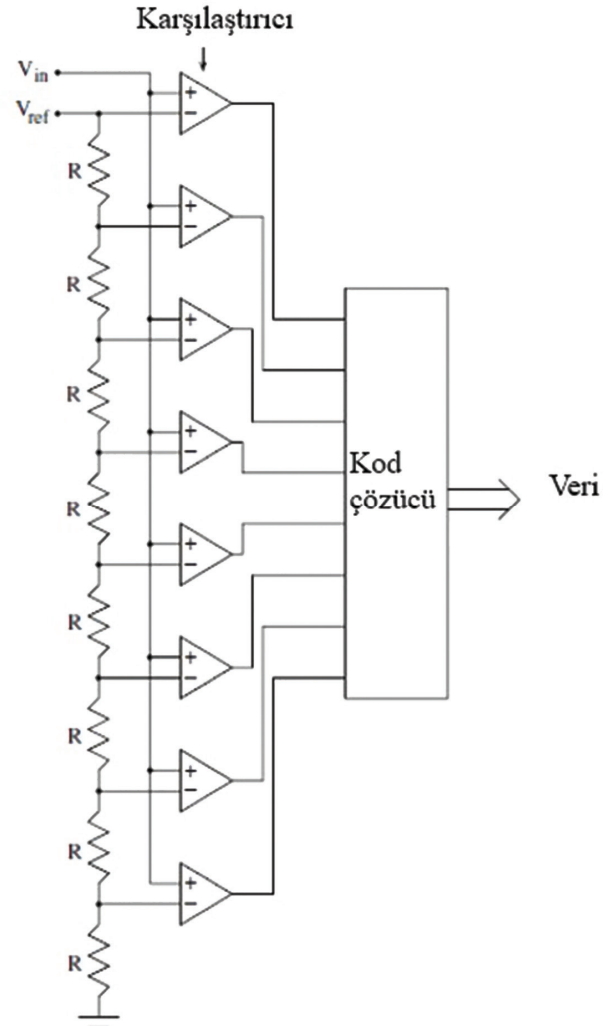
$$T_{conv} = 2^n T_{clock} = \frac{2^n}{f_{clock}} \quad (1.3)$$

Bu denkleme göre n , bit cinsinden A/D dönüştürücü çözünürlüğüdür ve f_{clock} frekansına sahip T_{clock} sayacın saatinin periyodudur. $n=12$ bit olduğunda 100 MHz'lik saat frekansına sahip Wilkinson A/D dönüştürücü bir dönüştürme yaklaşık 41 μs 'de tamamlar. Bu yüksek hızlı uygulamalarda oldukça uzun bir süredir. Aynı saat frekansında çözünürlük 16 bite çıkarıldığında dönüştürme süresi 655 μs olur. Dönüştürme süresi saat frekansı arttırılarak kısaltılabilir ancak bunun kendine ait mühendislik zorlukları vardır.



Şekil 5. Wilkinson A/D Dönüştürücüde dürtü işlenleri (a) Giriş dürtüsü (b) Şarj kapasitör voltajı (c) Diğer dürtüler durduruldu (d) Osilatör saati (e) Dürtünün saklanması [3]

Paralel karşılaştırıcı (Flash) A/D dönüştürücülerde dönüştürme süresi oldukça kısadır ve hızları çok yüksektir. 8 bitlik işaretin üstüne çıkmak çok zor olduğundan çözünürlükleri olumsuzluk yaratmaktadır. Birbirine paralel çok sayıda karşılaştırıcı içerirler. Her bir karşılaştırıcı giriş sinyali ile kendine özgü referans gerilimini karşılaştırır. N bitlik çözünürlüklü bir flash A/D dönüştürücü 2^n tane karşılaştırıcı gerektirir. tane karşılaştırıcı gerektirir. Yüksek çözünürlük gerektiren sistemler için bu büyük bir dezavantajdır. Genellikle, radyasyon dedeksiyon sistemlerinde 8 bit'le sağlanan devrelerde 256 karşılaştırıcı kullanılır. Flash A/D dönüştürücülerin dezavantajları düşük çözünürlüğe sahip olmaları, yüksek güç gereksinimi, yüksek giriş kapasitansı, differansiyel non lineerite ve çok fazla sayıda bileşen gereksini olarak söylenebilir.



Şekil 6. 4-bitlik, 8 karşılaştırıcıya sahip flash A/D Dönüştürücü [2]

Hibrit A/D dönüştürücüler iki konvansiyonel A/D dönüştürücünün kombinasyonudur. Daha önce bahsedilen dönüştürücü türlerind ekarşılaşılan yüksek çözünürlük ve kısa dönüşüm süresi gereksinimlerini bir arada karşılamak üzere tasarlanmışlardır.

Tek bir dönüşümü 1 μ s'n'den daha kısa sürede tamamlanması istenilen 14 bitlik bir A/D dönüştürücüye ihtiyacımız olduğunu varsayalım. Daha önce bahsi geçen dönüştürme yöntemlerini tek başına uygulayarak bunju sağlamamız oldukça zordur. Halbuki, hibrit yöntemini kullanarak çözünürlüğü büyük (8 bit) ve küçük (kalan 6 bit) olarak iki kısma ayırabiliriz. Büyük bitli olan dönüşüm için dönüşümü 10ns veya altında gerçekleştiren flash A/D dönüştürücü kullanabiliriz. 6 bitlik küçük dönüşüm için 100 MHz saat frekansında çalışma durumunda 0.6 μ s'n'lik dönüşüm süresine sahip Wilkinson A/D dönüştürücü kullanılabilir. Tam bir 14 bitlik dönüşüm çok iyi integral ve differansiyel doğrusalılığıyla 1 μ s'n'den az bir süreyle tamamlanır.

Diğer konvansiyonel A/D dönüştürücülere üstün performansa sahip olduğundan , Hibrit A/D dönüştürücüler yüksek çözünürlüklü radyasyon dedeksiyon sistemlerinde giderek yaygınlaşmaktadır .

KAYNAKÇA

[1] Spieler, H. (n.d.). Analog and Digital Electronics for Detectors. Proceedings of the 2003 ICFA School on ..., 1–43. Retrieved from http://www.physics.ohio-state.edu/~klaus/s12-780/references/Helmut_Spieler_Electronics.pdf

[2] Ahmed, Syed Naeem. Physics and engineering of radiation detection. ss: 524-530 Academic Press, 2007-.

[3] Tsoulfanidis, Nicholas. Measurement and detection of radiation. ss:342 CRC press, 2010

FLORMAR İŞÇİSİ KAZANACAK!

Flormar`da çalışan çoğunluğu kadın 120 işçi, Petrol-İş Sendikası`na üye oldukları için geçtiğimiz Mayıs ayında işten çıkarıldı. Kadınlar için ürettiği ürünleri, reklamlarında kadınları kullanarak satmaya çalışan Flormar, kendisi için üreten kadınları ise işten atmıştır.

Kocaeli Gebze Organize Sanayi Bölgesi`ndeki fabrikada çalışan işçiler, Ocak ayında başlattıkları 5 aylık bir örgütlenme sürecinin sonunda yasal çoğunluğu sağlayarak sendikal yetki hakkını elde etmişlerdir. Petrol-İş Sendikası`nın Çalışma Bakanlığı`ndan "işyerinde yetkili sendika" olduğuna dair onay almasının ardından işveren, İş Kanunu`nun 25/2 maddesine dayandırarak sendikal işçilerin işine, tazminat ödemedi, işsizlik maaşı almalarının bile yolunu tıkayarak son vermiştir. Yapılan bu işlemlerin hukuki ve meşru hiçbir dayanağı bulunmamaktadır.

Flormar yönetiminin yaptığı, "Hiçbir yasal dayanak olmaksızın ve çalışma kanununa aykırı olarak iş durdurma, işyerini işgal etme, üretimi durdurma, iş başında olan çalışanları yasa dışı eyleme teşvik etme" açıklamasının gerçekte ilgisi yoktur. Sendikaya üye olmak, sendikal faaliyet yürütmek anayasal bir haktır, Flormar işçileri hukuksuz olarak işten çıkarılmışlardır. Flormar, işçilerin hem ulusal hem de uluslararası hukukla korunan yasal haklarını gasp etmektedir. Reklam kampanyalarında "Biz istersek yaparız" gibi sloganlarla güçlü kadın imajını öne çıkaran Flormar, kendi çalışanlarının güçlü olmasına tahammül edememektedir.

Firma yöneticileri ayrıca işçilerin önünde eylem yapmaya devam ettiği fabrikanın etrafını branda ve tel örgülerle çevirerek işten atılanların, diğer işçilerle temaslarını kesmeye çalışmış, içerideki işçileri adeta bir kapalı cezaevine hapsedmiştir. Örgütlenme sürecinde tek tek işçileri kenara çekerek tehdit eden, sonrasında toplu olarak işten çıkaran, çay molasında alkışlarıyla arkadaşlarına destek olan işçileri bile işten atan Flormar`ı bu despotik, emek düşmanı uygulamalarını derhal sonlandırmaya çağırıyoruz.

Yaklaşık 2 yıldır uygulanan OHAL, tüm demokratik alanı daralttığı gibi emekçilerin sendikal haklarının ihlali için de zemin oluşturmuştur. Güvencesiz, esnek ve fazla mesai saatleri ile düşük ücretlerle çalışmak zorunda kalan emekçilerin sendikal haklarının ihlal edileceği bir ortam yaratmış, anayasal hak olan sözleşme ve grev hakkı, erteleme kararları ile fiilen ortadan kaldırılmıştır. OHAL rahatlığında KHK`lar eliyle kamuda büyük bir tasfiye yaşanmış, iş cinayetleri artmış, ihraç edilen ve işten çıkarılan emekçilerin büyük hak kayıpları ve mağduriyetleri olmuştur. Patronlara cesaret vererek onları pervasızlaştıran ve emek sömürsüne zemin hazırlayan OHAL, bir an önce kaldırılmalıdır. Flormar yöneticileri OHAL koşullarının sağladığı rahatlıkla işten çıkarmaları gerçekleştirmiştir.

İşten çıkarılan Flormar işçilerinin en kısa zamanda geriye dönük haklarının da ödenerek işe iade edilmelerini istiyoruz. EMO olarak haklı mücadelelerinde Flormar işçilerinin yanındayız ve herkes işine iade edilene kadar sürecin takipçisi olacağız.

**ELEKTRİK MÜHENDİSLERİ ODASI
KADIN KOMİSYONU
12 HAZİRAN 2018**