

## Mesafe Tabanlı Asansör Seyir Sistemi (\*)

Melih Aybey  
melih@aybey.com

### GİRİŞ

Bina yüksekliklerinin devamlı olarak artması, yüksek hızlı asansör talebini de aynı oranda artırmaktadır. Asansör kumanda sistemleri, yüksek hızlı asansörleri basit asansörlerde kullanılan teknikler ile belirli bir hıza kadar sürebilseler de, etkin ve konforlu seyahat için mutlaka daha detaylı kuyu verilerine ve bu verileri etkin bir teknikle işleyip konforlu bir seyir ortaya çıkaracak yazılım tekniklerine ihtiyaçları vardır. Basit asansör kumandasından yüksek hızlı asansör kumandasına geçişte yapılan en önemli değişiklik hedefe giden yolun hesaplanmasında olmaktadır. Basit asansörlerde kumanda sistemi kaç kat uzağa gidileceğini hesaplarırken yüksek hızlı kumanda sistemi ise kaç milimetre gidileceğini yani tam olarak mesafeyi hesaplar. Bu yazıda mesafe tabanlı asansör seyir kumandasının hız yönetim sistemini incelenecektir.

### KAT TABANLI SEYİR SİSTEMİ

Kat tabanlı seyir sistemi, hızları 1 m/s ve altında olan asansörlerin büyük çoğunluğunda kullanılmaktadır. Genellikle her katta bir kez gelen sinyal ile kat numarası, yani kabinin kuyudaki pozisyonu belirlenir. Sayıcı sistemlerinde gelen sinyal, yukarı yöndeki harekette kat numarasını bir arttırır; aşağı yöndeki harekette ise bir azaltır. Gray kod sisteminde ise her katta bir kez o katın numarası okunur. Her iki sistemde de bir kat boyunca sadece bir noktada kat verisi alınabilir. Diğer yandan kat tabanlı sistemde kuyu bilgisi enkoder ile de alınabilir. Bu şekilde kabinin pozisyonu milimetre bazında bir hassasiyetle belirlenmiş olur. Ancak kat tabanlı sistemde bu milimetre detayındaki veri ne yazık ki kat numarasına çevrilmek suretiyle kumanda sisteminde işlenir. Enkoder ile kuyu okumanın elbette ki duruş hassasiyeti, seviyelendirme ve erken kapı açma gibi noktalarda diğer algılama sistemlerine göre çok önemli üstünlükleri vardır. Ancak kat tabanlı bir seyir sisteminde bir kattan başka bir kata yapılan seyirdeki durum, sayıcı veya gray koddan farklı değildir. Kumanda sistemi tarafından hesaplanan tek şey asansörün hedef kata ulaşmak için kaç kat gideceğidir.

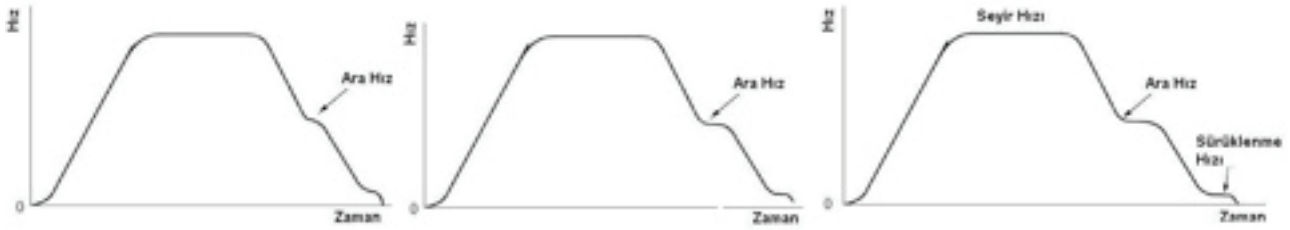
Kat tabanlı seyir sistemi, kat yükseklikleri birbirine

yakın olan ve düşük hızlı asansör sistemlerinde verimli olarak kullanılabilir. Ancak asansörde kısa ara katın olması halinde, enkoder kullanılsa bile özel bir durum olarak ele alınmak zorundadır. Bunun nedeni ise sistemdeki yavaşlama ve hızlanma mesafelerinin tüm katlar için aynı olmasıdır. Kat yükseklikleri birbirinden farklı olduğu zaman bir katta çok iyi sonuç veren yavaşlama mesafesi diğerinde iyi sonuç vermeyebilir.



Şekil 1. Asansörde hız zaman eğrisi

Hızı 1 m/s üzerindeki asansörlerde en az iki seyir hızı gereklidir. En yakındaki kata gidişteki seyir hızı ile on kat uzağa gidişte seçilecek seyir hızı birbirinden farklıdır. Bunun yanı sıra kabin hızının 1,6 m/s veya daha yüksek olması halinde yavaşlama süreci hedef kattan en az bir kat önce başlamak zorundadır. Bunun sebebi bu hızlarda konforlu yavaşlama mesafesinin kat boyunu aşmasıdır. Bir kat önceden yavaşlamaya başlamak beraberinde ara hız gereksinimini getirir. Örneğin 1,6 m/s hızda seyreden bir asansör yavaşlama noktasına ulaştığında (hedeften önceki katta), önce 0,5...0,8m/s aralığında bir hızı referans alarak yavaşlamaya başlar. Bu hızla ulaştığında hedef kata ulaşıncaya kadar sabit hızla seyrederek. Hedef kata ulaştığında ise durmak için sürüklenme hızını referans alarak yavaşlamaya başlar, sürüklenme hızında durma noktasını arar ve durur. Sonuç olarak iki kez yavaşlama eğrisine girer ve iki kez sabit hızla şalter aramak için seyrine devam eder. 1,6 m/s veya daha yüksek hızla seyreden bir asansörü sadece iki adet kat bilgi noktası ile istenilen konforda direkt ola-



Şekil 2. Ara hız ve sürüklenme hızlarının yüke bağlı değişimleri

rak yavaşlatıp durdurmak neredeyse imkansızdır. Bunun başlıca nedeni asansör kabin toplam yükünün değişken olmasıdır. Asansörün durdurulması, sahip olduğu kinetik enerjinin absorbe edilmesi ile mümkündür. İnverter yük değişikliklerinden kaynaklanan hız sapmalarını regüle edip kabinin istenilen hızda seyretmesini sağlar. Ancak yük değişikliklerinin neden olduğu hız sapmalarının regülasyonu sırasında geçen tepki süreleri toplamı bir mesafe sapması ortaya çıkarır. Kat tabanlı sistemlerde bu ufak mesafe sapmalarının işlenip direkt olarak hız etkileyebileceği bir süreç yoktur. Bu nedenle kat tabanlı sistemlerde durma ve hız değiştirme noktalarından önce çok kısa da olsa bir tolerans bölgesi (ara hız ve sürüklenme hızı) kullanılması gerekir.

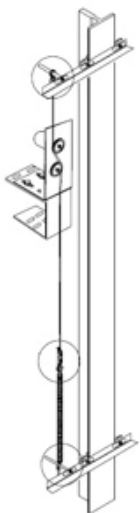
Şekil 2, asansör sisteminde ara hız ve sürüklenme hızı sürelerinin yüke bağımlı olarak ne şekilde değiştiğini göstermektedir. Ortadaki hız diyagramının yarım yük ile ayarlandığını kabul ettiğimizde soldaki diyagram yükün daha fazla; sağdaki diyagram ise daha az olduğu seyir eğrisini göstermektedir. Belirli hızlardaki toplam seyir sürelerinin değişmesi doğal olarak durma mesafesini negatif veya pozitif olarak değiştirecektir.

### HASSAS KABİN POSİZYON BİLGİSİ TOPLAMAK

Mesafe tabanlı seyir sisteminde, tüm kat seviyelerini ve kabin pozisyonunu milimetre hassasiyetinde kumanda sistemine ulaştırmak gerekir. Kuyu pozisyon bilgisi çeşitli yöntemlerle alınabilmesine rağmen en çok kullanılan yöntem enkoder kullanmaktır. Enkoder bilgisi üç şekilde alınabilir:

#### 1- Kuyu Enkoderi

Bu yöntemde kuyuya regülatör halatı ve ağırlığından oluşan sistemin bir benzeri yerleştirilir. Ancak halat yerine 1 m/s veya altındaki hızlarda uzama özelliği çok az olan kevlar maddesinden yapılmış özel bir ip; daha yüksek hızlarda ise triger kayışı

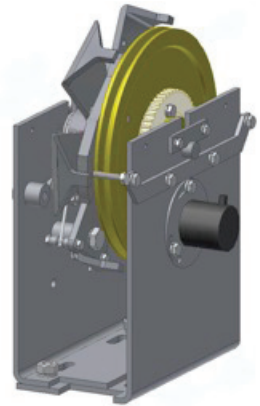


Şekil 3. Kuyu enkoderi

şısı kullanılır. Bir ucu kabine sabitlenen bu ip veya kayışın döndürdüğü enkoder kabin hareket ettikçe kumanda sistemine veri gönderir. Bu yöntemde mutlak enkoder veya artımsal enkoder kullanılabilir.

#### 2- Hız Regülatör Enkoderi

Bu yöntemde hız regülatörü için hazırlanmış olan düzenek doğrudan kullanılır. Enkoderin milini regülatörün miline bağlanır ve hız regülatör milini ile birlikte döner. Bu yöntemde mutlak enkoder veya artımsal enkoder kullanılabilir.



Şekil 4. Hız Regülatör enkoderi

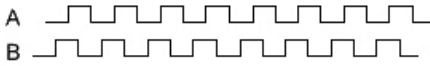
#### 3- İnverter Enkoderi

Kapalı çevrim çalışan inverterler, hız geri besleme aygıtı olarak enkoder kullanırlar. İnverter cihazlarının büyük bir kısmı enkoderden aldığı sinyalleri aynı zamanda kumanda tablosunun kullanımı için çıkış olarak da verir. İnverterin enkoder çıkışı her zaman artımsal darbe sinyali verir. Bu yöntem en basit ve maliyeti en düşük çözüm yöntemidir. Çünkü hiçbir ilave düzenek ve cihaz gerektirmez. Ancak bu yöntemin dezavantajı inverter çalışmadığı zaman yani fren kapalı iken gerçekleşen kabin pozisyon değişikliklerinin fark edilememesidir.

Bu üç yöntemi karşılaştırdığımızda en basit ve maliyeti en düşük yöntemin inverter enkoderi olmasına rağmen özellikle EN81-1+A3 ve EN81-2+A3 standartlarının yürürlüğe girmesinden sonra regülatör enkoderi en çok tercih edilen yöntem olmuştur. Bunun en önemli nedeni inverter enkoderinin istenmeyen kabin hareketi konusunda yeterli olmamasıdır. Buna ilaveten hız regülatörü ile artımsal veya mutlak enkoder kullanılabilme olanağı da vardır. Nispeten daha yüksek maliyetli olan triger kayışlı sistemin ise özellikle yüksek hızlı asansörlerde kullanımı devam etmektedir. Sonuç olarak ilave özel düzenek gerektirmesine rağmen triger kayışlı sistem hassasiyeti en yüksek olan yöntemdir.

Enkoder dışında farklı yöntemlerle de kuyu pozisyon bilgisi elde edilebilir. Bunun örnekleri olarak ses dalgası, optik sayıcı, manyetik şerit ile algılama yöntemlerini sayabiliriz. Ancak bu yöntemlerin çoğu enkoder uygulamalarına göre ya daha pahalı ya da kurulumu daha zordur. Bu nedenle günümüzde enkoderler ile asansör kuyu pozisyon bilgisi almak için en çok kullanılan yöntemdir. Pozisyon bilgisi için kullanılan enkoderler, veri iletim şekline göre ikiye ayrılırlar:

**1-Artımsal Enkoderler:** Bir turda sabit sayıda darbe üretirler. Kumanda sistemi bir darbenin uzunluğunu önceden bildiğinden gidilmiş olan mesafeyi anlık kümülatif olarak hesaplayabilir. Rölatif bir okuma sistemidir. Sistem her açıldığında sıfırlama işlemi gerektirir. Bunun yanı sıra belirli mesafelerde veya periyotlarda doğrulama ve gerekiyorsa düzeltme işlemi yapılması gereklidir. Aksi takdirde kümülatif sapmalar meydana gelir ve pozisyon bilgisi doğruluğunu yitirir.



Şekil 5. Artımsal enkoder sinyal örneği

**2- Mutlak Enkoderler:** Kumanda sistemine dijital olarak kabin pozisyonunu bildirirler. Veri genellikle seri iletişim ile kumanda sistemine iletilir. Pozisyon bilgisi mutlak bilgi olarak gelir. Kumanda sistemi bu bilgiyi hiçbir hesap yapmadan kullanabilir. Sıfırlama işlemine ihtiyaç yoktur. Veri okuması atlanmış olsa dahi enkoderden en son gelen bilgi her zaman o andaki pozisyonu bildirir. Kabin pozisyonu öğrenmek için en güvenilir enkoder sistemidir.

## KUMANDA SİSTEMİ İLE İNVERTER HABERLEŞMESİ

Kumanda sistemi ile hız kontrol cihazı (inverter) arasında iki yönlü haberleşme vardır. En yaygın kullanım şekli kumanda sistemi ile inverter arasında dijital giriş/çıkışların çapraz olarak birbirlerine bağlanmasıdır (Şekil 6). Kullanılan hız adedinin veya fonksiyonların artması, gereken dijital kanalların sayısını artırır. Çoğunlukla röle yolu ile anahtarlanan bu kanallar çoğu basit uygulama için yeterlidir.



Şekil 6. Asansör Kumanda Sistemi ile İnverter Paralel Bağlantısı

Kumanda sistemi ile kullanılmak istenen fonksiyonların sayısı arttıkça ve aç/kapa veya var/yok dışında sayısal bir veri aktarılmak istenildiğinde, seri haberleşme kanalını kullanmak birçok sorunu çözmekle kalmayıp neredeyse inverter ile kumanda sistemi arasındaki tüm donanım bağlantılarını ortadan kaldırır.

Seri haberleşme amacı ile en çok kullanılan arabirimler RS485 ve CANBus'tır. Şekil 7 seri bağlantılı bir sistemi göstermektedir.



Şekil 7. Asansör kumanda sistemi ile inverter seri bağlantısı

## MESAFE TABANLI SİSTEMLER

Mesafe tabanlı asansör seyir sistemlerinin kat tabanlı sistemlere göre en önemli farkı hedef kata ulaşmak için gidilecek yolun kaç kat olacağı değil de kaç mm olacağıdır. Mesafe tabanlı sistemi gerçekleştirmek için iki farklı teknik uygulanabilir:

- 1- Belirlenmiş Hızların Seçimi
- 2- Otomatik Hız Seçimi

### BELİRLENMİŞ HIZLARIN SEÇİMİ

Bu yöntemde kumanda sistemine önceden girilmiş birden fazla seyir hızı vardır. Her seyir hızı için yavaşlama mesafesi ve bu hızın hangi seyir mesafesinden itibaren seçileceği kullanıcı tarafından önceden belirlenir. Kumanda sistemi yeni bir hedef seçtiğinde önce gidilecek mesafeyi hesaplar. Bu mesafe hangi hızın önceden belirlenmiş kriterlerine uyuyorsa sistem o hızı referans hız olarak kabul eder ve referans hıza ulaştıktan sonra sabit hızda yoluna devam eder. Hedef kata yavaşlama mesafesi kadar yaklaştığı zaman ise direkt olarak sürüklenme hızını referans alıp yavaşlamaya başlar. Önceden belirlenmiş yavaşlama yolu yavaşlama ivmesine ne denli uygunsa sürüklenme hızı o kadar az kullanılır. Sonuç olarak yavaşlama ivmesine uygun bir yavaşlama mesafesi belirlenmiş ise fiilen seyir hızından direkt duruş gerçekleştirilmiş olur. Bu yöntemin kat tabanlı sisteme göre avantajları şöyle sıralayabiliriz:

- Yüksek hızlı sistemler için ara hız kullanılmaz

Asansör her zaman tek bir hızı hedef olarak hızlanır ve hedef kata yaklaşıncaya yavaşlayıp durur. Ara hız kullanımı olmadığı için hızlanma ve yavaşlama sayısı azalır ve bu da konforu artırır. Kat tabanlı sistemlerde de ara

hızsız seyahat ancak düşük hızlarda mümkündür. Örneğin konforlu bir duruş için  $a=0,36 \text{ m/s}^2$  yavaşlama ivmesini kullandığımız takdirde yavaşlama yolu, seyir hızı  $v=1,6 \text{ m/s}$  için 3,56 m,  $v=2,5 \text{ m/s}$  için ise 8,68 m olarak hesaplanmaktadır. Bu yavaşlama mesafelerinin ikisi de normal kat arası uzaklıktan fazla olmaları nedeni ile kat tabanlı kumanda seyir sisteminde ara hız kullanılmadan uygulanamazlar. Buna karşın mesafe tabanlı kumanda seyir sisteminde örneğin  $v=2,5 \text{ m/s}$  seyir hızındaki bir asansör 3-4 kat öncesinden yavaşlama ivmesini uygulamaya koyar. Bu da kumanda sisteminin hem kabin pozisyonunu anlık, hem de hedef kat pozisyonunu milimetrik olarak bilmesi ile gerçekleştirilebilir.

Seyir Hızı [m/s]	Yavaşlama İvmesi [m/s <sup>2</sup> ]	Yavaşlama Süresi [s]	Yavaşlama Mesafesi [m]
1,00	0,36	2,78	1,39
1,60	0,36	4,44	3,56
2,50	0,36	6,94	8,68

Tablo 1. Seyir hızı ve yavaşlama mesafeleri

•Asansörde kısa katların varlığı yavaşlama eğrisinde bir sorun teşkil etmez

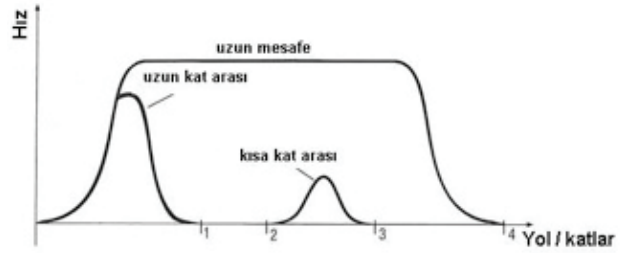
En yakın iki kat arası minimum uzaklığın kapı açma bölgesi uzunluğundan fazla olması yeterlidir. Kumanda sistemi yavaşlama yolu olarak hedef kattan seyir hızına karşılık gelen yavaşlama yolunu çıkardıktan sonraki noktada yavaşlamaya başlar. Arada kaç kat olduğu veya bunların yükseklikleri bu aşamada dikkate alınmaz.

Bu yöntemde kumanda sistemi invertere dijital veya seri kanaldan hız komutlarını gönderir. Kat algılama sistemi için artımsal veya mutlak enkoder kullanılabilir. Bu yöntemde kumanda sistemi her zaman önceden belirlenmiş hızları kullanmakla sınırlıdır. Bu yöntemin avantajı asansör uygulamalarında kullanılacak her tür inverterle gerçekleştirilebilmesidir. Ancak asansör kumanda sisteminde bu yöntemi uygulayabilecek bir yazılım olması gereklidir.

## 2- OTOMATİK HIZ BELİRLEME

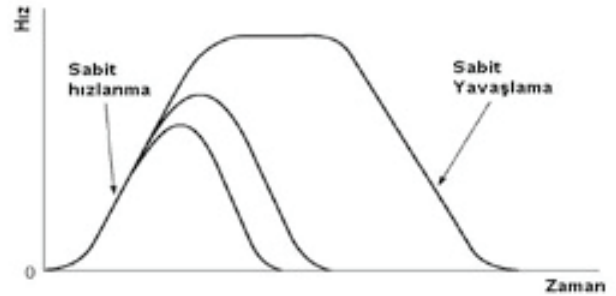
Mesafeye göre seyir sisteminin en gelişmiş şekli, yeni hedef için seyir hızının otomatik olarak hesaplanarak kullanılmasıdır. Bu yöntemde genellikle invertere maksimum seyir hızı, hızlanma ivmesi ve yavaşlama ivmesi gibi sınırlayıcı bilgiler önceden verilir. Hedefin oluşması ile birlikte kumanda sistemi gidilecek mesafeyi hesaplayıp invertere iletir. İnverter bu mesafeye yapılacak seyir için en uygun hıza kendi yaptığı hesaplar sonucu karar verir. Bu yöntemde ara hıza gerek olmadığı gibi anlık gerçek kabin pozisyonu ve hedefe kalan mesafe her an yeniden ölçülebildiği için hız her an revize edilebilir.

Sonuç olarak ara hızsız direkt duruş istenilen konforda rahatlıkla gerçekleştirilebilir. Özet olarak otomatik hız belirleme sistemlerinde kumanda tablosu gidilecek hedefe olan uzaklığı invertere bildirir ve inverterde bu seyir için en uygun hızı belirler. Hedefe konforlu ve hassas şekilde seyir artık sadece inverterin kontrolü altındadır.



Şekil 8. Seyir hızının mesafeye göre değişimi

Şekil 8'deki diyagramda görüldüğü üzere seyir hızları gidilen mesafeye göre değişmektedir. Sistem, uzun mesafedeki bir hedefe giderken maksimum hızı seçer; kat arası veya birkaç katlık seyahatlerde ise daha düşük hızlar kullanılır. Bir sonraki kata olan mesafenin değişmesi dahi hesaplanan seyir hızını değiştirmekte olduğunu diyagramdan görebilmekteyiz. Ancak Şekil 9'da açıkça görüldüğü gibi tüm seyir eğrilerindeki hızlanma ve yavaşlama eğimleri aynıdır.



Şekil 9. Hızlanma ve Yavaşlama Eğrileri

Otomatik hız seçimi ile gerçekleştirilen uygulamalarda farklı yöntemler uygulanmaktadır. Bunların bazıları kabin pozisyonunu algılayan kumanda sistemi; bazıları ise inverterdir. Otomatik hız hesaplaması günümüze kadar genellikle inverterde yapılmaktadır.

Otomatik hız belirleme sistemlerine genel olarak baktığımızda aşağıdaki ortak avantajlar ortaya çıkar:

•Diğer yöntemlerde dışarıda yapılması gereken hız ve yavaşlama yolu hesaplarına ve testlerine gerek kalmaz.

•Her seyir için özel bir hız seçildiğinden dolayı tüm yöntemler arasında en kısa seyir süresi elde edilir.

•Sonradan konfor ayarları yapılmak istendiğinde

sadece sistemde kayıtlı hızlanma ve yavaşlama ivmelerinin değiştirilmesi yeterlidir.

•Kat arasından kalkışlar hiçbir yöntemde erişilemeyecek kadar düzgün bir seyir eğrisi ile yapılır.

•Hız kontrol cihazı ile kumanda sistemi arasındaki iletişimin seri haberleşme ile yapılması sayesinde kumanda sisteminde inverter komutları için dijital kanal kullanılmasına gerek kalmaz ve sonuç olarak donanım basitleşir.

•Asansörün kalkış ve hedef noktasından bağımsız olarak her zaman aynı konfor sağlanır.

•Kısa kat uygulamasında en başarılı yöntemdir. Bir önceki yöntem ise (belirlenmiş hızların seçimi) kısa kat uygulamaları için yavaşlama ve durma bakımından başarılıdır. Ancak en düşük hızın yavaşlama yolundan daha kısa bir hedefe yapılan kalkışlar için ya yeni bir hız belirlenmeli ya da bazı hız geciktirme teknikleri ilave olarak kullanılmalıdır. Buna karşılık otomatik hız seçimi yöntemi bu sorunu da ortadan kaldırmaktadır. Otomatik hız belirleme sistemlerinden bazıları şunlardır:

- DCP4
- CANopen

### 1) DCP4

DCP (Drive Control Position) asansör hız kontrol uygulamaları için özel olarak geliştirilmiş bir arabirimdir. RS485 üzerine kurulmuş bir protokoldür. Bu sistemde kuyudan kabin pozisyonunu öğrenmek için mutlak enkoder kullanılır. Kumanda tablosu kabin pozisyonunu seri haberleşme üzerinden invertere iletir. Kumanda sistemi herhangi bir hareket emri vermek istediğinde invertere gideceği yolu "mm" (veya "cm") cinsinden bildirmesi yeterlidir. İnverter istenen seyir için en uygun hız seçimini yapar ve seyir eğrisini hazırlar. İnverter seyir süresince kumanda tablosuna minimum yol ve fren mesafelerini devamlı şekilde bildirir. Kumanda sistemi de bu bilgileri kullanarak hedef yönündeki çağrılardan hangilerini yeni hedef olarak kabul edebileceğini hesaplayarak inverterin duramayacağı veya konforun bozulacağı çağrıları yeni hedef olarak dikkate almaz. Fren yolu ve minimum seyir mesafeleri dikkate alınmak şartıyla seyir esnasında da hedef değiştirilebilir.



Şekil 10. DCP4 bağlantı şekli

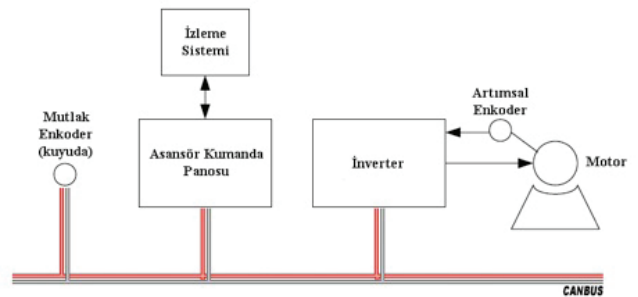
Bu tür bir uygulama için kullanılacak inverterin DCP4 protokolünü desteklemesi gereklidir. DCP4 protokolünde yukarıda sayılan özellikler dışında hızlı kalkış modu da bulunmaktadır. Bu özellik sayesinde kalkış emri gelip kapılar kapanmaya başladığında motor manyetize edilme-ye başlanılır ve kapılar tam kapandığı anda gecikmesiz olarak hareket başlar. Bu özellik her kalkışta kısa da olsa seyir süresini kısaltır.

### 2) CANopen - Profile Position Mode

CANopen CANBus tabanlı bir seri iletişim protokolüdür. CANopen Profile Position modunda DCP4'de bulunan tüm özellikler mevcuttur. Ancak bu yöntemde mutlak enkoder bilgisi DCP4'ten farklı olarak hem kumanda tablosu hem de inverter tarafından okunabilmektedir. Bu da hem kumanda sisteminin işini azaltmakta hem de inverterin pozisyon bilgisine direkt ve gecikmesiz ulaşmasını sağlamaktadır. CANopen sisteminde inverterde oluşan bir hata, tüm detayları ile birlikte kumanda sistemine iletir. DCP4 dahil önceki yöntemlerde kumanda sistemi hata anında sadece inverterin hata yaptığını algılamakta ancak daha detaylı bir bilgiye sahip olamamaktadır. CANopen sistemi inverterde ki bir hata durumunda kumanda sistemine ilettiği detaylı hata verisi sayesinde kumanda sisteminin olayı yorumlamasına olanak sağlamaktadır.

CANopen sisteminde DCP4'de bulunan hızlı kalkış özelliğine ilaveten hızlı duruş fonksiyonu da vardır. Bu da özellik sayesinde güvenlik devresinin kesilmesi halinde kumanda sisteminden alınan bilgi ile inverterin çıkış katı derhal kapatılır ve motor ile bağlantısı kesilir. Bu da inverter çıkış transistörlerinin yıpranmasını önler ve inverterin kullanım ömrünü uzatır.

(\*4-6 Ekim 2012 tarihlerinde İzmir'de gerçekleştirilen Asansör Sempozyumu ve Sergisi'nde sunulan bildirdir.



Şekil 11. CANopen bağlantı şekli