

AKILLI ASANSÖR SİSTEMİ

Özcan KAMIŞLI Uğur TARLACI Engin HIRCA

EKON KONTROL SİSTEMLERİ SAN. ve TİC. LTD. ŞTİ.
TASARIM ve GELİŞTİRME BÖLÜMÜ
ANKARA

ozcan.kamisli@ekon-ltd.com.tr ugur@ekon-ltd.com.tr engin@ekon-ltd.com.tr

Özetçe

Ülkemizin kalkınması ve teknolojik açıdan güçlü bir ülke konumuna gelmesi açısından AR-GE faaliyetleri büyük önem taşımaktadır. AR-GE faaliyetlerinin yoğunlaştırılması, sadece büyük firmalar için değil, Kobiler için de hayati öneme sahiptir. Ülkemizin AR-GE kültürüne katkı sağlayacak, piyasadaki çok önemli bir talebi karşılayacak olan Akıllı Asansör Sistemi, kullanıcıların karşılaştıkları problemleri minimuma indireyecek, en önemlisi, ithal edilmekte olan bir ürünün yerini, çok daha uygun fiyatla alarak yerli sermayenin yabancı sermaye karşısında güçlenmesini sağlayacak ve dışa bağımlılığı azaltacaktır.

1. Giriş

Ülkemizde yılda 7-15 bin asansör kurulumu gerçekleşmekte ve yılda 160 bine yakın asansörün bakım-onarımı gerçekleşiyor. Kurulumu gerçekleşen asansörlerin %15'i ithal edilmekte, %40'ı ise yerli marka fakat ithal komponent kullanılarak imal edilmektedir.[1] Bahsi geçen bu rakamların %10'unu pano ve elektronik kontrol komponentleri teşkil etmektedir. Gelişmiş Asansör Sistemleri, Almanya, Japonya ve İspanya gibi ülkelerden getirilmekte, bu sebeple yüksek maliyetlerle karşı karşıya kalınmaktadır. Herhangi bir arıza durumunda sistemin yurtdışına gönderilmesi gerekmekte, bu sebeple kullanıcı ve asansör şirketleri zor durumda kalmaktadır. Ayrıca harmonikler göz önünde bulundurulmadığı için, çok sık arıza çıkmaktadır. Şu an kullanıcı ihtiyaçlarını karşılayan gelişmiş bir arıza yönetim servisi bulunan bir sistem bulunmamaktadır. Akıllı Asansör Sistemi sayesinde, asansör trafiğini kendiliğinden öğrenen sistemin yerleştirilmesinin yanı sıra, ülkemizde bir ilk olan internet üzerinden arıza kontrolü gerçekleştirilmiştir ve herhangi bir arıza durumunda arıza tespiti sırasında zaman kaybı yaşanmayacaktır. Kurulacak olan merkezi denetim sistemi, arızanın sistemin hangi bölümünde olduğunu göstermesi, sektördeki asansör firmalarına büyük kolaylık sağlayacaktır.

2. Akıllı Asansör Nedir?

Akıllı asansör, bir binada maksimum sayıda insanı minimum zaman ve enerji ile bulunduğu noktadan, talep edilen noktaya ulaştırmak için gerekli Hız, Yön, Zaman, Kumanda, Grup, Kapasite, Ekonomi gibi parametreleri en iyi şekilde kullanan, trafik analizi ve karar verme yeteneğine sahip asansör sistemlerinin genel adıdır.

Hizmet talep eden insanların asansör vasıtasıyla katlar arasındaki ulaşımını düzenleyen kurallar topluluğuna **Asansör Trafiği** denir.

Bina şekil ve ihtiyaçlarına göre asansör (kabin) adet, hız, kapasite kumanda ve kullanım şekillerini en ekonomik biçimde tespit eden hesap tarzı ise **Trafik Hesabı** olarak adlandırılır.

Asansör trafik akış hesabının temel amacı, insanların katlarda bekleme sürelerini en aza düşürmek ve konfor sağlamaktır. Katta bekleme süreleri, kullanıcının çağrı düğmesine basmasıyla başlar, asansörün bu çağrıya cevap vermesiyle son bulur. Bu süre ne kadar kısa olursa, trafik analizinin o derecede iyi yapılmış, asansörün kapasite ve hızının iyi seçildiğini gösterir. Binanın kullanım amacına göre yolculuk süresinin **60** ila **90** saniye arasında olmasının en konforlu hal olduğunu göstermektedir. [2]

Asansörün performansını ölçmede iki kriter dikkate alınır: İlki belli bir zaman diliminde taşınan insan sayısıdır; ikincisi ise asansörden hizmet bekleme süresi ile katlar arası seyir mesafesidir.

2.1. PROJELENDİRME HESABI

2.1.1. Binada bulunan insan sayısı

Asansör tesisinden faydalanacak insan sayısı trafik hesabında ilk adımdır. Bunun için binanın karakteristikleri bilinmelidir. Tablo 1'de değişik binalarda bulunan insan sayısına ait bilgiler verilmiştir. [2,3]

$$B=n.(1+y).b \quad (1)$$

n : Binada bulunan daire (veya oda) sayısı
b : Binada sürekli bulunan insan sayısı (Tablo 1)
y: İlave artış oranı $b \leq 200$ kişi $y = \% 30$
 $b > 200$ kişi $y = \% 25$

Tablo 1: Binada sürekli bulunan insan sayısı

Bina tipi*		B (insan sayısı)
Konut **	Her dairede ilk yatak odası	2
	Diğer yatak odalarının her biri için	1
Otel	Her yatak için	1
İş merkezi	Çalışma alanının her 12 m ² si için	1
	Sınıf odalarının her 10 m ² si için	8
Okul	Her yatak odası için	3
	100/1	40

2.1.2. Asansörün bir seferi için gerekli seyir zamanı

Asansörün tek bir kabinin bina içinde çevrimi için geçen zamanın hesabıdır. Gerekli sefer zamanı, kabinin bir seferinde uğradığı ortalama en yüksek dönüş katı için geçen zaman, durduğu katlarında harcadığı zaman ve kabine yolcu transferinde harcadığı zamanın toplamıdır.

$$T_r = 2 \cdot H \cdot t_v + (S+1) \cdot t_s + 2 \cdot P \cdot t_p \quad (2)$$

Burada,

- H :** En yüksek dönüş katı (Tablo 2)
t_v : Katlararası geçiş zamanı [sn]
S : Muhtemel durak sayısı (Tablo 6)
t_s : Durma zamanı [s]
P : Kabin yolcu sayısı (Tablo 7)
t_p : Yolcu transfer zamanı [s] (Tablo 8)

En yüksek dönüş katı H, Tablo 2'den kolaylıkla bulunabilir.

Tablo 2: En yüksek dönüş katı

Ana giriş üzerindeki kat adedi	Kabin Kapasitesi (P)			
	4	8	12	24
5	4.4	4.7	4.9	5.0
6	5.2	5.6	5.8	6.0
7	6.1	6.5	6.7	6.9
8	6.9	7.4	7.6	7.9
9	7.7	8.2	8.6	8.8
10	8.5	9.1	9.5	9.9
11	9.3	10.0	10.4	10.8
12	10.1	10.8	11.3	11.8
13	10.9	11.7	12.2	12.7
14	11.7	12.6	13.1	13.7
15	12.5	13.4	14.0	14.7
16	13.3	14.3	14.9	15.6
17	14.1	15.2	15.8	16.6
18	14.9	16.0	16.8	17.5
19	15.7	16.9	17.7	18.5
20	16.5	17.8	18.6	19.4
21	17.3	19.6	19.5	20.4
22	18.1	19.5	20.4	21.3
23	18.9	20.4	21.3	22.3
24	19.7	21.2	22.2	23.2

Asansör hızı Tablo 3'den bina tipi ve kat adedine göre seçilebilir.
 Katlar arası geçiş
 Zamanı :

$$T_v = h / v \quad [s] \quad (3)$$

- h :** katlararası mesafe [m]
v : kabin hızı [m/s] (Tablo 3)

Tablo 3: Kabin hızları

Bina Tipi	Kat Adedi	Hız [m/s]
Konut	<= 8	>=0.63
	>= 8	>=1.0
	>= 12	1.2 - 1.5
	>= 16	2.0
	>= 20	<=2.5
Büro ve İş Merkezi	<= 5	>= 1
	<= 10	1.2-1.5
	<= 15	2.0
	<= 20	2.5
	>= 20	<=3
Otel	<= 6	>= 1
	<= 10	1.2-1.5
	<= 15	2.0
	<= 20	2.5
	>= 20	<=3

Kabinin bir durak katında durması esnasında harcanan zamanların toplamıdır. Kapı açılma ve kapanma zamanları kapı tipine ve kapı genişliğine göre Tablo 4'de, tek katı geçme süresi de asansör hızına göre Tablo 5'de verilmiştir.

$$t_s = t_a + t_k + t_g - t_v \quad [s] \quad (4)$$

Burada,

- t_a :** kapı açılma zamanı [s] (Tablo 50)
t_k : kapı kapanma zamanı [s] (Tablo 50)
t_g : tek katı geçme zamanı [s] (Tablo 51)

Tablo 4: Kapı açılma ve Kapanma zamanları

Kapı Tipi	Kapı Genişliği	T _a [s]	T _k [s]
Kenara Toplamalı	800	2.5	3.0
	900	2.5	3.8
	1060	2.9	4.0
	1100	3.0	4.0
Ortadan Açılan	1420	3.7	5.0
	800	2.0	2.5
	900	2.3	2.9
	1060	2.5	3.3
	1100	2.5	3.5
1420	2.7	3.7	

Tablo 5: Tek katı geçme zamanı

Hız[m/s]	T _g [s]	İvme[m/s ²]
<1.00	10.0	0.40
1.00	7.0	0.55
1.50	6.0	0.75
2.50	5.5	0.85
3.50	5.0	1.00
5.00	4.5	1.35
>5.00	4.3	1.50

Muhtemel durak adedi S, Tablo 6 'dan kolaylıkla bulunabilecektir.

Tablo 6: Muhtemel durak adedi

Ana giriş üzerindeki kat adedi	Kabin Kapasitesi (P)			
	4	8	12	24
5	2.9	3.8	4.4	4.9
6	3.1	4.1	5.0	5.8
7	3.2	4.4	5.4	6.6
8	3.3	4.6	5.8	7.4
9	3.4	4.8	6.1	8.1
10	3.4	4.9	6.4	8.7
11	3.5	5.0	6.6	9.2
12	3.5	5.1	6.8	9.7
13	3.6	5.2	7.0	10.2
14	3.6	5.3	7.1	10.6
15	3.6	5.4	7.3	11.0
16	3.6	5.4	7.4	11.4
17	3.7	5.5	7.5	11.7
18	3.7	5.5	7.6	12.0
19	3.7	5.6	7.7	12.3
20	3.7	5.6	7.8	12.5
21	3.7	5.6	7.9	12.8
22	3.7	5.7	7.9	13.0
23	3.8	5.7	8.0	13.2
24	3.8	5.7	8.0	13.4

Asansör kabinlerinin yolcu adetleri ve yaklaşık kabin yükü Tablo 7 'de ve yolcu transfer zamanı ise kapı tipine bağlı olmaksızın kapı genişliğine göre Tablo 8'de verilmiştir. Bu değerler tavsiye edilen değerler olup, farklı transfer zamanları da kullanılabilir.

Tablo 7: Yolcu kabin adedi

Kabin yükü(kg)	320	480	640	800	1040	1280	1680
Yolcu adedi	4	6	8	10	13	16	21

Tablo 8: Yolcu Transfer Zamanı

Kapı genişliği[m]	Tp[s]
<1.00	2.2
≥1.00	2.0

2.1.3. Gerekli Asansör (Kabin) Sayısı

Bir asansörün (kabinin) 5 dakikada yaptığı seferde taşıyacağı insan adedi hesaplandıktan sonra gerekli asansör (kabin) adedi bulunur. Asansör mühendisleri tarafından yapılan deneyler ve araştırmalar neticesinde asansör tesisinin, asansör trafiğinde en kritik olan 5 dakikalık süre içinde oluşan talepleri karşılaması halinde bütün gün içinde sorunsuz hizmet vereceği ispatlanmıştır. 5 dakikada yapılan seferde taşınan insan adedi,

$$R = (5 \cdot 60 \cdot 0,8 \cdot P) / Tr \quad (5)$$

Asansör her zaman tam kapasite ile çalışmadığı ve binada çeşitli sebeplerden dolayı yaşayan insanların %80'ni

hesaplamalara etkin olarak katılmaktadır. Asansörlerin grup kumandalı olması halinde $Tr = Tr / nX$ (nX grupta bulunan kabin adedi) olarak hesaba katılır.

Gerekli kabin adedi, 5 dakikada taşınacak yolcu oranı (k) ile binada bulunan insan sayısına ve bir seferde taşınan insan sayısına göre bulunur. k oranı Tablo 9 'da bina tipine bağlı olarak verilmiştir.

$$L = B \cdot k / R \quad (6)$$

3. Trafik Analizi Uygulaması

Trafik yoğunluğunun yüksek olduğu uygulamalarda, değişen trafik akışına göre ulaşım performansını en üst düzeyde tutmak için asansör trafiğinin anlık olarak değerlendirilmesi gerekir. Düşük yoğunluklu uygulamalarda trafik analizi çok gerekli değildir. Ancak kentsel yaşamın sürekli arttığı günümüzde asansör uygulamalarında trafik analizi oldukça önem kazanmaktadır.

Trafik Analizi ile Yönetimin Faydaları :

- Değişken trafik yoğunluğu karşısında yolculara zaman kazandırmak
- Hareket yönüne uyum sağlayarak trafiğin seyrini değiştirmek
- Daha çok kişiye daha az enerjiyle hizmet verebilmek
- Asansörlerin daha uzun ömürlü olmasını sağlamak
- Bakım maliyetlerini azaltmak
- Anlık izlenebilirlik
- Geçmişe dönük izlenebilirlik ve raporlama
- Anlık uygulamalara (Toplantı , Hızlı bina boşaltma vs) uygunluk

Zamana bağlı değişen trafiğe müdahalesiz uyum sağlamak

Trafik analizinde temel amaç, sistemin trafik yoğunluğuna göre doğru çalışma algoritmasını kendisinin oluşturmasıdır. Trafik analizine yoğun trafik uygulamalarında ihtiyaç duyulduğundan, genellikle bu uygulamanın yapılacağı binalarda birden fazla kabin içeren gruplar kullanılır. Bu analizin yapılabilmesi için aşağıda listelenen temel parametrelerden faydalanılır.

- Trafik hesabı ve sistemin normal yoğunlukta çalışma modu
- Grupta yer alan asansör sayısı ve kapasiteleri
- Grupta yer alan asansörlerin hızları
- Asansörlerin çağrı değerlendirme yönleri
- Her bir asansörün ulaşabildiği katlar
- Yine her asansörün kapı sayısı ve modelleri
- Asansörler için belirlenmiş park durakları
- Her bir asansör için belirlenmiş yasak duraklar
- Asansörlerin yorulma oranları bakım durumları
- Her asansörün ana durağı

3.1. Trafik Analizinde Gerçek Zaman Faktörü

Sistem trafik yoğunluğunu ;
Anlık
Saatlik
Günlük
Haftalık
Aylık
Yıllık

Bazda kaydeder ve inceler. Elde edilen veriler ile ;

Saatlik Bazda : Saatlik olarak alınan çağrı sayısı, talep edilen durak , iç ve dış çağrı oranları gibi bilgiler elde edilir. Bu bilgiler ile saatlik bazda yoğunluk ve talep bilgileri raporlanır.

Günlük Bazda : Günlük bazda yapılan değerlendirmeler ile;

- Günün hangi diliminde ne yöne çağrı talebi olduğu
- Günün saatlerine göre kaç asansörün devrede olması gerektiği
- Günün saatlerine göre çağrıların hangi yöne doğru değerlendirileceği ve hangi asansörün görevlendirileceği
- Durakların günlük olarak hangi saatlerde yoğun çağrı aldığı
- Günün saatlerine göre asansörlerin hangi katta beklemede olacağı
- Asansörün ne zaman kapanıp açılması gerektiği
- Nöbetçi açık asansörün hangisi olacağı ve hangi saatlerde nöbette kalacağı

Haftalık Bazda : Haftalık bazda yapılan değerlendirmeler ile;

- Haftalık olarak genel yoğunluk ve çağrı yönleri
- Haftalık olarak kaç asansörün devrede olması gerektiği
- Durakların haftalık olarak hangi günlerde yoğun çağrı aldığı
- Haftalık olarak asansörlerin hangi katta beklemede olacağı
- Haftalık olarak yoğunluğa göre günlük bazda asansörleri devreye alma veya çıkartma

Aylık ve Yıllık Bazda : Aylık bazda yapılan değerlendirmeler ile;

- Aylık olarak genel yoğunluk ve çağrı yönleri
- Durakların aylık olarak hangi günlerde yoğun çağrı aldığı
- Aylık bazda günlük olarak asansörlerin hangi katta beklemede olacağı
- Aylık olarak yoğunluğa göre günlük bazda asansörleri devreye alma veya çıkartma
- Ayın belirli günlerine göre değişebilen trafik yönünün tesbiti
- Yıllık olarak kapasite, enerji sarfiyatı , hizmet oranı , yoğun olan gün,hafta ve aylar , zaman bağlantılı

değişen durak yoğunlukları gibi bilgilerin raporlanması

3.2. Trafik Analizinde Çağrı Faktörü

Asansör trafiğinde hareket yapılan ilk çağrı ile başlar ve son çağrının tamamlanmasıyla biter. Trafik analizinde en çok çağrı alan durak ya da duraklar önemlidir. Sistemin tüm zamanlarda kabinleri nerede bekleteceğinden tutunda ana durak belirlemeye kadar etkilidir.

Örneğin bir asansör sisteminde ana durak zemin kat olsun. Ancak haftanın bir gününde (örneğin Pazartesi) tüm gün 4. Durak ana durak olan zeminden daha fazla çağrı alıyor olsun. Yapılan zamana bağlı çağrı analizinde bu durum görülür ve sistemin bu doğrultuda karar verip bir ya da birkaç tane asansörün 4. Durağı ana durak olarak belirlemesi sağlanır. Bu sayede asansörün bina içinde toplamayı bu durağa doru yapması sağlanarak trafik rahatlatılmış olur.

Yine Zemin katta park eden bir sistemin, günlük çağrı analizleri sonucunda her gün 12:00 ile 13:00 arasında sürekli yemek katı olan 6. Kattan çağrı alındığını tesbit ettiğini varsayalım. Trafik analiz özelliğine sahip akıllı bir asansör sistemi, tesbit ettiği bu durum neticesinde bir ya da birkaç tane kabini, kapısı açık vaziyette bu katta bekletebilir ve böylece kayıp zaman azaltılmış olur.

4. Sistemin Uygulanması İçin Gereksinimler

4.1. Trafik Analizinde Gerekli Donanım

Akıllı asansör sistemleri trafiğin yüksek yoğunlukta olduğu yerlerde verimli olarak kullanılır. Yoğun trafikli alanlarda grup asansör sistemleri tercih edilir. Standart bir Grup Yönetimi düşük seviyeli algoritmalar ve donanımlar ile çözülebilmektedir. Ancak trafik analizi, yüksek hızda kayıt , yüksek hızlı sonuç, uzaktan erişim ve güçlü bir RTOS (Real Time Op. System) kullanabilmek için iyi bir donanım gerekmektedir. Akıllı asansör sistemlerini oluşturan donanımsal yapı aşağıdaki birimleri barındırır.

4.1.1. Birim Asansör İçin Donanım İçeriği

Ana Kumanda Kartı

- 32 Bit Veri Yoluna Sahip MCU

- Dahili Kumanda Röle Grubu

- Dahili Çağrı Giriş/Çıkış Grubu

- Full Optik İzole

- CAN Bus Seri İletişim Altapısı

- Ethernet ve GPRS bağlantısı için dahili Portlar

Kabin Kumanda Kartı

- 16 Bit Veri Yoluna Sahip MCU

- Dahili Kapı Kontrol Röle Grubu

- Dahili Çağrı Giriş/Çıkış Grubu

- Full Optik İzole
- CAN Bus Seri İletişim Altapısı

4.1.2. Trafik Analizi yapabilen Akıllı Asansör Ana Kontrol Birimi Donanım İçeriği

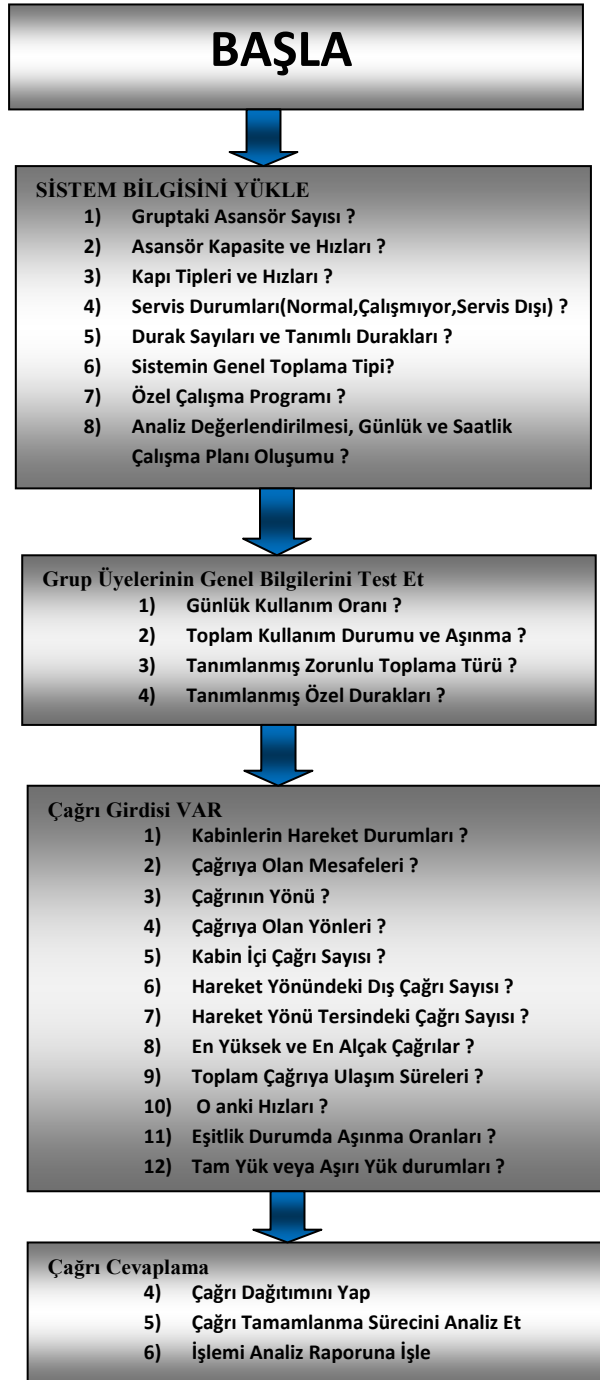
- 32 Bit Yüksek İşlem Hızında ARM Core CPU
- 128 mb RAM
- 128 mb FLASH Memory
- 10/100 mbit Ethernet Arayüzü
- 1 Adet USB2.0 Device Port , 1 Adet USB2.0 Host Port
- Dahili 7" TFT LCD Kontrol Paneli
- CAN Bus Seri İletişim Altapısı
- Dahili GPRS Modül (Opsiyonel)
- SD/MMC Hafıza Desteği

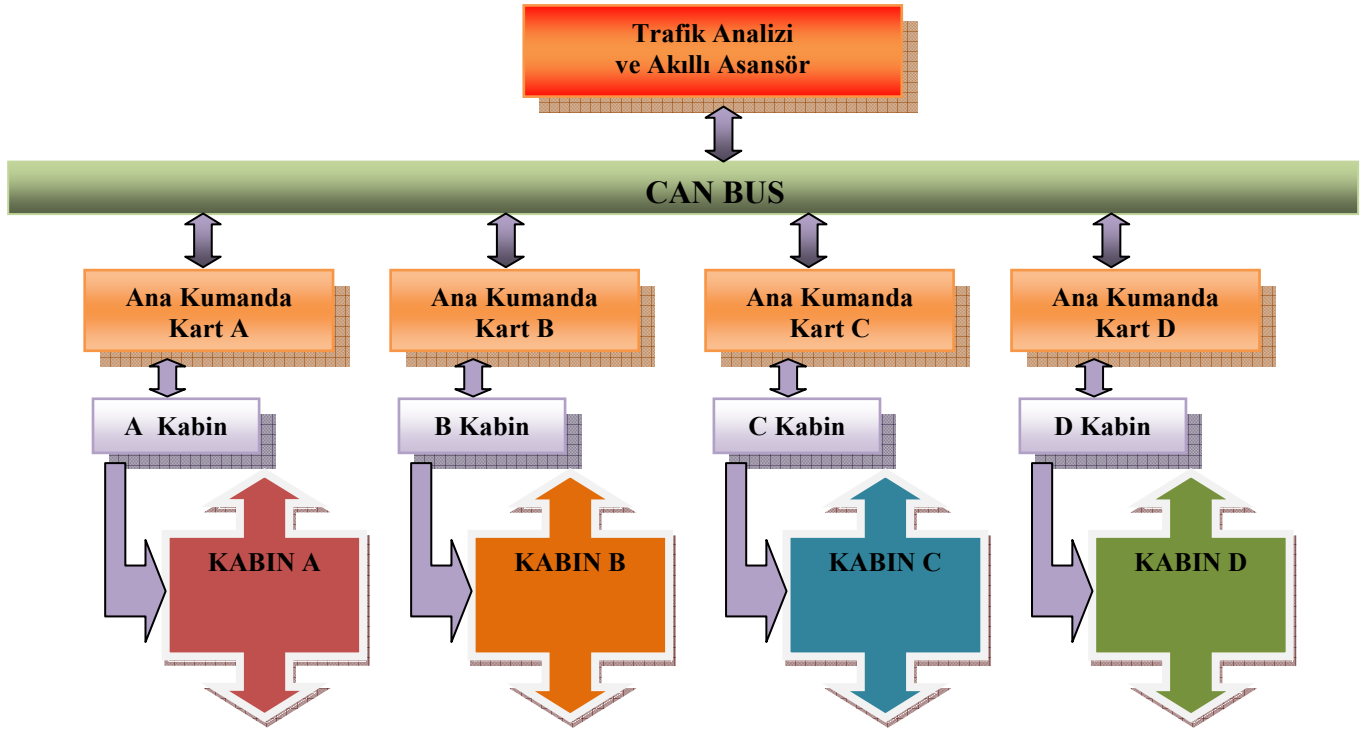
Toplam mimaride Ana Kumanda Kartları ve Kabin kartları Local Can Network ile birbirlerine bağlıdır. Bu ikili , akıllı asansör sistemi dahilinde kendi üzerine yüklenmiş görevleri icra etmek ve durumu Akıllı Asansör Yöneticisine bildirmek durumundadır. Akıllı Asansör Kontrolcüsü ile sistemde yer alan diğer Ana Kumanda Kartları ise ayrı bir CAN BUS hattı ile birbirlerine bağlanmıştır.

Akıllı Asansör Kontrolcüsü sistemde;

- Trafik analiz etmek.
 - Gelen tüm çağrıları değerlendirmek ve analiz sonucuna en uygun kabine çağrıyı yönlendirmek.
 - Tüm çalışma raporlarını kaydetmek
 - Servis ve Tüm dış bağlantılarını sağlamak
 - Sistemde yer alan asansörlerin eşit yorulmalarını sağlamak
 - Özel çalışma saatleri ve modlarına uygun olarak kabinleri görevlendirmek
 - Enerji Tasarrufuna yönelik değişken çalışma sistemlerini yönetmek
 - Öğrenen sistem olması sebebiyle asansör sistemini, binanın günlük, haftalık, aylık ve yıllık değişimlere uyarlamak.
- Görevlerini icra eder.

4.1.3. Trafik Analizi yapabilen Akıllı Asansör Algoritması





Şekil: Akıllı Asansör Mimarisi

5. Sonuçlar

Ülkemizde yeni olan bu kavram şu an için dış kaynaklı olarak çözülebilmektedir. Analiz yeteneğine sahip Akıllı ürünlerin geliştirilmesinde temel amaç, ekonomik değeri yüksek olan bu karmaşık asansör sistemlerinin de yerli imkanlarla çözülebilmesi ve kaynakların ülke ekonomisinde kalmasının sağlanabilmesidir. Ayrıca gelişmekte olan ülkelere bu sistemlerin ülkemizde sağlanmasıyla edinilecek mali kaynağın ülke ekonomisine kazandırılması da paralel hedeftir.

6. Kaynakça

- [1] Korkmaz, Emin "Makine Mühendisleri Odası Asansör Durum Raporu" Mart 2008
- [2] İmrak, Erdem, "Asansör Trafik Hesabı"
- [3] Kurt, Serpil, "Asansör Trafik Dizaynı"