

# YÜKSEK KATLI BİNALARDA ASANSÖRLERDE ÇİFT YÖNLÜ TRAFİK İÇİN BİR HESAP YÖNTEMİ

## BİNALARDA ASANSÖR KULLANIM YOĞUNLUĞU

Trafik hesapları gerçekte çok uzun değerlendirilmesi gereken ve çok fazla gözlem yapılması gereken konulardır. Gözlemler dışında köklü bir matematik bilgisi de gerektirir. Daha çok pratikle ilgilenen kişiler olarak trafik hesabı çalışmasında temel alınacak destek bilgilere ihtiyaç duyulmuştur. Bu çalışmada Dr. Gina Barney'nin 1977 yılında, o zamanlar öğrencisi olan Sergio dos Santos ile başlattıkları ve ilk yayınlarını "Lift Traffic Analysis, Design and Control" ismiyle 1985 yılında yayınladıkları çalışmanın, 1998 yılında yayınlanan üçüncü baskısı ana kaynak olarak kullanılmıştır. O dönemden bu yana trafik hesaplarında temel hesap olarak kabul edilen ve bu konuda bizlere çok yardımcı olan çalışma için kitabın yazarlarına teşekkür borcumu belirtmek isterim. Daha sonraki dönemlerde bu hesap temelinde değişik uygulamalar yapılmış, bilgisayar programları çeşitli çok uluslu firmalar tarafından geliştirilerek uygulanmaktadır. Çift yönlü trafik ve yüksek katlı binalar için çokuluslu firmaların veya benzer çalışma kullananların bilgisayar temelli kullanılan trafik programlarının herkesçe yaygın olarak kullanıldığı veya kullanılabilmesi söylenemez. Makale de hesap temeli olarak Dr. Gina Barney'nin formülleri kullanılmış, çift yönlü trafik ve yüksek katlı binalar için hesapların üstüne basit yaklaşımlarla öneriler oluşturulmuştur. Bu çalışma hedef olarak herkesin el ile kolayca yapabileceği ve denetlenebilecek bir hesap temeli önermek ve bunu değerlendirmeye açmaktır. Öneri ve geliştirmelere açık bir çalışma olup, öneriler yapılırsa memnuniyet duyacağımı baştan belirtmek isterim.

İşin teknik hesap yönteminin dışında, her ülke için, o ülke alışkanlıklarına bağlı, değişik insan davranışları trafik hesaplarına etki eder. Binalar çok çeşitli insan trafiğine sahiptirler. Asansörle ilgili trafik hesapları iki ana konunun değerlendirilmesi üzerine kurulur. Bunlar, binanın işlevselliği, tipi ve özelliği dikkate alınarak, binada asansör kullanan insanların, asansör kullanmak isteklerinin en yoğun olduğu belirli bir zaman diliminde insan sayısının (**B**) tespiti ile bu sayıyı belirli bir zamanda taşıyabilecek asansör kabin taşıma kapasitesi, hızının ve adedinin (**R**) seçilmesidir.

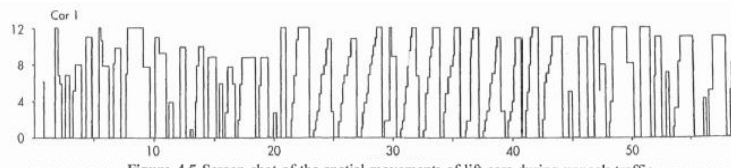


Figure 4.5 Screen shot of the spatial movements of lift cars during uppeak traffic

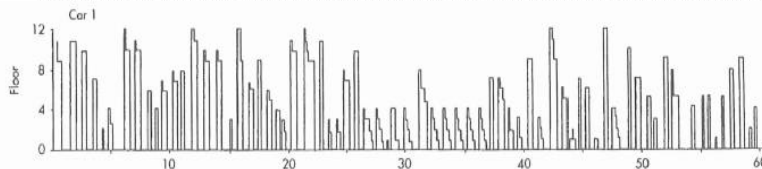


Figure 4.8 Spatial movements of lift cars during down peak traffic

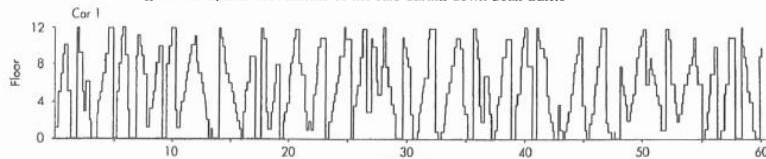


Figure 4.9 Spatial movements of lift cars during balanced interfloor traffic

GRAFİK 1 Gün içinde sabah akşam ve günüçi asansör trafiği grafikleri

B sayısının tespit edilmesi birçok gözleme dayanılarak oluşturulmuş istatistiksel değerlere bağlı olarak belirlenebilir. Binalardaki asansörlerin kullanımına göre yapılan incelemeler sonucunda kullanım yoğunlukları tespit edilmiştir. Bu konuda Dr. Gina Barney yaptıkları çalışmaları yayınlamıştır. Bu çalışmaların sonucunda gün içinde binada asansör kullanım yoğunlukları tespit edilmiştir (Grafik 1). Bu çalışmaların sonucunda Fıkra 4.4.6 Trafik şartları değerlendirmesinde yukarı yönde trafiğin 5 dakikada en yoğun noktasına geldiğini, aşağı yönde ise 10 dakikalık bir periyotta en yoğun noktasına ulaştığını, ara zamanlı trafiğin ise bu yoğunluktan uzak olduğunu tespit etmişlerdir.

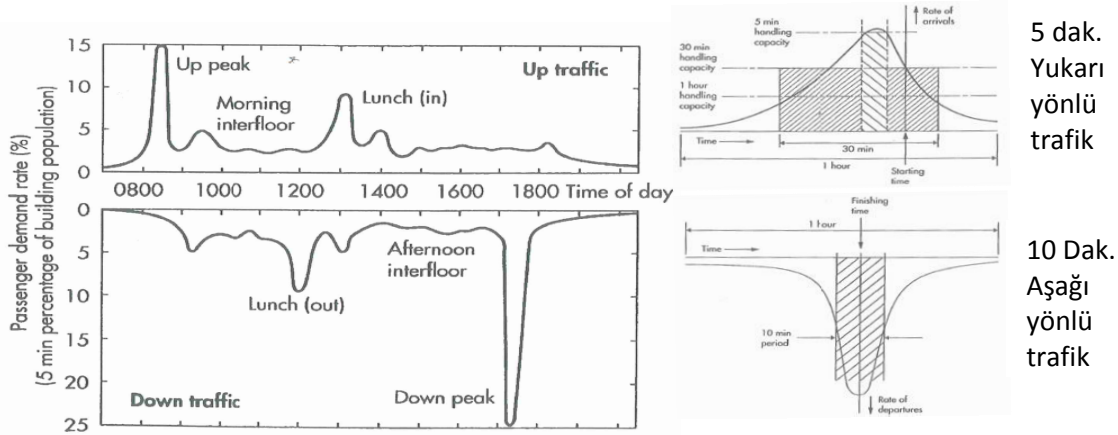


Figure 4.2 Passenger demand for an office building

GRAFİK 2 Gün içinde asansör trafik yoğunluğu

Bu çalışma sonrası binada yukarı yönlü trafiğin en yoğun olduğu 5 dakikadaki insan trafiğinin asansörlerce karşılanması durumunda bütün gün trafiğin karşılanacağı sonucuna varmışlardır. Çeşitli bina tipleri için olabilecek yukarı yönde 5 dakika yoğunlukları yapılan çalışmalar sonucunda belirlenmiş ve yayınlanmıştır. Bu konuda kullanılan ve genel kabul gören kriter Tablo 1 olarak aşağıda verilmiştir.

Bina cinsi	Ser. sür.	Kul. Şek	Seviye	Alan	Kişi	5 Dak.% si		
RESMİ VE TİCARİ BİNALAR	20-40 Sn	TEK KULLANIMLI	Orta seviye	8-10 m <sup>2</sup> net alan	1 kişi	% 15		
			Üst seviye	12-20 m <sup>2</sup> net alan	1 kişi	% 17-25		
		ÇOK KULLANIMLI	Orta seviye	10-12 m <sup>2</sup> net alan	1 kişi	% 11-15		
			Üst seviye	15-25 m <sup>2</sup> net alan	1 kişi	% 15- 17		
OTEL	30-50 Sn	3 YILDIZ DAH. OTELLER	Ayrıca servis asansörü veya asansörleri yapılacaktır	Oda başına	1,5 kişi	% 10		
		3 YILDIZ ÜSTÜ OTELLER		Oda başına	1,9 kişi	% 15		
OKUL	30-50 Sn			Toplam sınıf odalarının her 10 m <sup>2</sup> 'si için	8-12 kişi	% 15-25		
HASTANE	30-50 Sn	ÖZEL HASTANELER	Ayrıca ameliyathane ve acil için sedye asansörü ve 100 yatak üstündekiler için görevli asansörü yapılacaktır	Her yatak için	2 kişi	% 10		
		GENEL HASTANELER		Her yatak için	3 kişi	% 10		
OTO-PARK	40-50 Sn	GENEL TİCARİ AMAÇLI	İki saat içinde arabaların devir ettiği kabul edilir	Araba adedi başına	1,5-1,75 kişi	(A*1,5)/ 120		
		ÖZEL AMAÇLI		Araba adedi başına	1 kişi	(A*5)/ 120		
KONUT	40-90 Sn	DAİRE TİPİ	Genel hesaplamalarda oda başına 1,5 kişi alınabilir	SEVİYE	Yü	Ort	Düş	
		STÜDYO		Oda başına	1	1,5	2	% 8-10
		1 YATAK OD.		Oda başına	1,5	2	3	% 8-10
		2 YATAK OD.		Oda başına	2	3	4	% 8-10
		3 YATAK OD.		Oda başına	2,5	4	5	% 8-10
		4 YATAK OD.		Oda başına	4	5	6	% 8-10

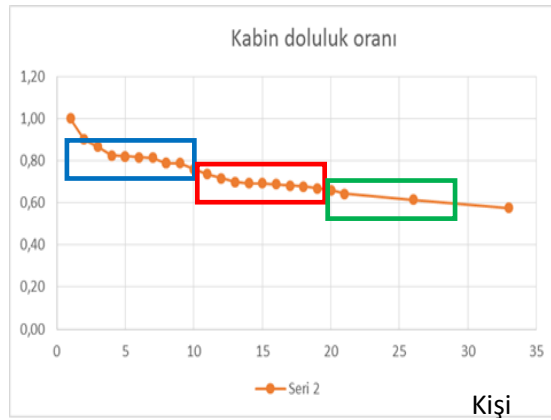
TABLO 1 Binadaki genel ve 5 dakikada asansörü kullanabilecek insan sayısı tespiti

Böylece binalarda 5 dakikada asansörü kullanmak isteyen kişi sayısını bu tablolardan kolayca bulmak mümkün olur. Dikkat edilmesi gereken bir nokta, binadaki kişi sayısı için Dr. Gina Barney bir düzeltme katsayısı kullanmamıştır. İstatistiksel değerlerden çıkan sonucu yeterli görmüş ve hesapları buna göre yapmıştır. Ancak aynı kitabın “Case Study Eleven Tall Building with Total Connectivity” bölümünde akşam aşağı yönde trafiğin yoğun olduğu iş merkezleri veya çoklu kullanımlı binalarda CS 11.4.2. bölümünde yukarı yönde trafiğin %15 toleranslı alınmasının aşağı yönde %22,5 bir rahatlama sağlayacağı, **yüksek katlı çoklu kullanımlı binalarda** buna göre bir düzeltme katsayısı alınabileceğinden bahsedilmiştir. Ancak bunların dışındaki yoğun kullanımı olmayan normal konut binalarında ek bir nüfus yoğunluğu toleransı koymak hesaplarda zorlama yaratmaktadır. Yoğun olarak çift yönde trafik oluşan binalarda bir düzeltme katsayısı kullanılabilir. Ancak bunu bina özelliklerine göre farklılaştırılmış bir tablo ile belirlemek daha faydalı bir yaklaşım olabilir.

### ASANSÖRDE KİŞİ TAŞIMA KAPASİTESİ

Binada mevcut asansörlerin 5 dakikada taşıyabileceği insan kapasitesinin belirlenmesi çalışmasıdır. Çalışmanın daha sonraki kısımlarının daha rahat anlaşabilmesi için temel aldığımız trafik hesabını kısaca hatırlatmak isterim. Burada iki nokta önem taşır. Birincisi kabin kapasitesinin doluluk oranına göre hacminin belirlenmesidir. Doluluk oranını orta boy asansörlerde %80 olarak alınması genel olarak doğrudur ancak kapasitenin artması durumunda bu doluluk oranı düşmektedir. Yüksek kapasiteli asansörlerde bu oranın ayrıca incelenmesi gerekir. Dr. Gina Barney bu konudaki inceleme notlarını aynı kitabın Fıkra “7.9 Kabin doluluk oranı ve yolcu sayısı” bölümünde yayınlamıştır. Aşağıda benzer bir tablo verilmiştir.

YÜK Kg	EN81/20 m2	EN81-20 P	Act. P	Doluluk yüzdesi
300	0.79-0.90	4	3,3	0,83
400	1,17	5	4,1	0,82
450	1.17-1.30	6	4,9	0,82
630	1.45-1.66	8	6,3	0,79
750	1.73-1.90	10	7,6	0,76
800	1.73-2.00	10	7,6	0,76
1000	2.15-2.40	13	9,1	0,70
1200	2.57-2.80	16	11	0,69
1500	3.13-3.40	20	13,2	0,66
1600	3,56	21	13,5	0,64
2000	4,2	26	16	0,62
2500	5.00	33	19	0,58



Asansör kapasitesine göre doluluk oranları

Dikkat edilirse 800 kg beyan yükünden sonra %80 doluluk oranı çok doğru bir yaklaşım olmamaktadır. Özellikle 1600 kg beyan yükünden sonra ise doluluk oranları oldukça düşmektedir. Bu anlamda kapasiteyi artırmak beklenen trafik kapasitesini artırmak için çok faydalı olmamaktadır. Çünkü asansör kabininde kapasiteyi artırmak duruş sayısını ve dönüş süresini artırmakta, asansör taşıma kapasitesini aynı oranda artırmamaktadır. Kabin doluluk oranları 10 kişiye kadar %80, 20 kişiye kadar %70, üstü kişi sayılarında %60 olarak alınabilir. Bu yüzden yüksek katlı binalarda dağıtım asansörlerinde 1600 kg uygun bir seçim olabilmekte ancak doluluğu sürekli sağlanabilen ekspres asansörlerde (shuttle lifts) daha büyük beyan yükleri kullanılmaktadır. Ekspres asansörlerde doluluk %75-80 alınabilir, ancak bu durumda beklenen faydayı sağlamaktadır.

Hesapta dikkate alınması gereken ikinci nokta ise asansörün bir seferi yapma zamanıdır. Bu zamanın hesaplanmasında üç evre dikkate alınır.

1. Asansörün muhtemel dönüş katına kadar gidiş dönüş zamanı,
2. Asansörün duruşlarda kaybedeceği zaman,
3. Kişilerin asansöre binip inerken kaybettikleri zaman.

Bunu aşağıdaki gibi formüle etmek mümkündür.

$$A_{t1} = \overset{1}{2 \cdot H \cdot t_v} + \overset{2}{(S+1) \cdot t_s} + \overset{3}{P \cdot 2t_p}$$

$$t_s = t_o + t_c + t_f - t_v$$

$$t_v = d_f / v$$

$$d_f = L / M \quad (\text{seyir mesafesi/Durak adedi})$$

$A_{t1}$  :Asansör Performans zamanı(sn)

H : Ortalama olası en yüksek dönüş katı

Tablo 2

S : Kabinin ortalama olası duruş sayısı

Tablo 2

$t_v$  : Anma hızında kabinin bir katı geçiş süresi,  $t_v = d_f / v$  (sn)

Tablo 4

P : Kabindeki ortalama insan sayısı (%80 kapasite ile) (kişi)

Tablo 2

$d_f$  : ortalama kat yüksekliği (m)(seyir mesafesi/durak adedi)

L : Asansör seyir mesafesi

M : kuyu durak adedi

v : Kabin anma hızı (m/sn)

$t_s$  : Her duruşta kaybedilen zaman kaybı( sn) =  $t_o + t_c + t_f - t_v$

**$A_{t1}$  formülünün 1.kısımında  $2 \cdot H \cdot t_v$  incelendiğinde, H için asansörün seyir mesafesi yerine ortalama olası en yüksek dönüş katı sayısı kullanılmıştır. Olasılık hesapları açısından bu gereklidir. Asansör her defasında en üst kata kadar çıkmayacaktır. Gelen taleplere göre daha alt katlardan dönebilir. Duruş sayısı da içinde taşıdığı kişi sayısı ve asansör gurubuna bağlı olarak değişebilecektir. Bu değerlerin bir olasılık hesabına göre belirlenmesi gerekir. H asansörün ortalama çıkılabileceği olası en yüksek katı gösterir. Bu bina zemin üstü kat adedi, kabinde bulunan kişi sayısına bağlı olarak hesaplanır ve tek asansör için aşağıdaki gibi formüle edilir.**

$$H = N - \sum_{i=1}^{N-1} \left[ \frac{i}{N} \right]^p$$

Formülde bulunan H bulunduktan sonra  $t_v$  aşağıdaki gibi bulunur.

$d_f = L / M$  seyir mesafesi (L) / durak adedi(M)

v = asansör beyan hızı(m/sn)

$t_v = d_f / v$  sn bir katı geçiş süresi formülüyle kolayca hesaplanır. Buradan ( $2 \cdot H \cdot t_v$ ) hesaplanır.

**$A_{t1}$  formülünün 2. kısmında,  $(S+1) \cdot t_s$  incelenen asansör duruş sayısı ve her duruşta kaybettiği zamandır. Muhtemel duruş sayısı S, gene asansör kabininde bulunan kişi sayısına ve zemin üstü kat adedine bağlı olarak yapılan bir olasılık hesabıdır ve aşağıdaki gibi formüle edilir. Bu sayıya en son dönüş katı duruşu ilave edilmelidir.**

$$S = N \left[ 1 - \left[ \frac{N-1}{N} \right]^p \right]$$

$t_s$  kayıp zamanı ise aşağıdaki gibi hesaplanmalıdır.

$$t_s = t_o + t_c + t_f - t_v$$

$t_o$ : Kapı açılma zamanı(sn)

Tablo 3

$t_c$ : Kapı kapanma zamanı(sn)

Tablo 3

$t_f$ : Duruş yapılan katta, duruş ve kalkış ivmelenmeleri dahil geçiş zamanı

Tablo 4

$t_v$  : Normal hızda bir katı geçiş zamanı

Değişik kat ortalamaları için  $t_v$  ayrıca hesaplanmalıdır,  $t_f$  yavaşlama zamanları ilave edilerek hesaplanan asansörün kalkış ve duruş zamanıdır. İki kat arası kalkış, seyir ve duruşa ait ivmelenmeleri içine alan seyir zamanı hesaplandığı için, 1. kısımda o katı durmadan geçmiş gibi hesaba alınan normal seyir zamanı  $t_v$ 'nin çıkarılması gerekir. Yoksa o kat için iki defa zaman hesaplanmış olacaktır. (Bu bildirinin hedefi olmamasına karşın, bu değerlerle ilgili tablolar bildiri sonuna eklenmiştir.  $t_o$  ve  $t_c$  TABLO 3 de,  $t_f$  ve  $t_v$  ise TABLO 4 de gösterilmiştir.)

**A<sub>t1</sub> formülünün 3. Kısımındaki, ( $P \cdot 2t_p$ )** formülde bir kişinin asansöre binip inerken harcadığı zaman hesaplanmaktadır. P kabin kapasitesi doluluk oranına göre kabinde bulunan kişi sayısı,  $t_p$  ise kabine biniş zamanıdır. İniş de dikkate alındığı için iki ile çarpılmaktadır. Bu değerlerde TABLO 5 de verilmiştir. H ve S değerleri için tablolar kullanılmaktadır. Bu tablo Tablo 2 olarak bildiri sonunda verilmiştir. Böylece Dr. Gina Barneyin Asansör Trafik hesabı esasını kısaca özetlemiş oluruz.

## TRAFİK HESABINDA YAPILAN KABULLER

Yukarıdaki hesapta, hesap kolaylığı açısından bazı kabuller yapılmıştır.

1. Katlardaki insan yoğunluğu eşit kabul edilmiştir. Bu yüzden H ve S sayıları eşit yoğunluk için hesaplanmıştır.
2. Katlar arası mesafeler eşit kabul edilmiştir.
3. Asansörler normal kumanda olup, zemin ve kabin içi çağrılarına öncelik vererek hareket etmektedirler. Değişik kumandalar için farklılık yoktur.
4. İki duruş arası mesafelerde asansörün hızlandığı, normal hızına ulaştığı ve yavaşladığı kabul edilmiştir. Bu düşük ve orta hızlar veya ekspres asansörler için doğru bir yaklaşımdır.

Kabul edilen hesap esasları temel alınarak yukarıdaki şartlar incelenebilir ve daha kapsamlı hesaplar yapılabilir. İlk iki maddeyi Dr. Gina Barney dikkate almış ve hesaplamalarda bunlarla ilgili önerilerini yapmıştır. Özellikle yüksek katlı ve farklı katlarda farklı yoğunluk içeren binalar için H ve S sayılarının hesaplamasını düzenlemiştir. Bilgisayarda yapılacak hesaplamalar için buna göre bir kodlama yazılabilir. H ve S hesaplamaları farklı kat yoğunlukları için aşağıda verilmiştir. Bu konuyla ilgilenen arkadaşlar bahsedilen kitabın 7.3 bölümünü inceleyebilirler.

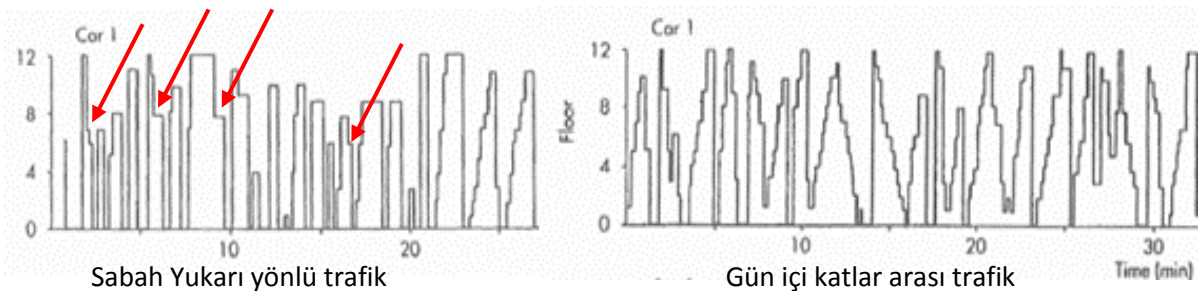
$$H = N - \sum_{j=1}^{N-1} \left[ \sum_{i=1}^j \frac{U_i}{U} \right]^p \quad S = N \left[ 1 - \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N \left[ 1 - \frac{U_i}{U} \right]^p \right]$$

Gene eşit olmayan kat araları için kitapta 7.4 bölümünde inceleme yapılmıştır. Bölüm 7.8 de yapılan genel değerlendirmede katlardaki farklı yoğunlukların %2.3, farklı kat arası yüksekliklerin ise %1.2 bir etkisi olduğu, genel hesapta çok büyük bir fark oluşturmadıkları tespit edilmiştir. Bu etkilerin orta büyüklüklerdeki binalarda dikkate alınmayabileceği ortaya çıkmıştır.

Ancak yüksek katlı binalarda çift yönlü trafik akışı, kontrol sistemi ve ivmelenmeye göre katlar arası mesafeler dikkate alınması gereken noktalar olarak ortaya çıkmaktadır. Günümüzde basit kumanda asansörlerin kullanılması artık neredeyse yok denecek kadar azdır. Kitabın 10.2.2 Bölümünde bizde **Toplama Kumanda** (kollektif kumanda) olarak bilinen “Collective Control”, bizde aşağı ve yukarı yön toplama kumanda olarak bilinen “10.2.2.1 Non-directional collective”, 10.2.2.2 Down collective, bizde **Çift Yön Kumanda** (selektif kumanda) olarak bilinen aşağı ve yukarı çağrıları ayıran 10.2.2.3 Full collective (directional collective) kumandalar anlatılmıştır. Bu kumandalar için gurup kumandalarda kullanılabilir matematiksel yaklaşımlar verilmiş ancak bunlar için bir hesap farklılığı verilmemiştir. Bundan sonraki bölümde bunlarla ilgili öneriler yapılacaktır.

## ÇİFT YÖNLÜ TRAFİK AKIŞI

Günümüzde bina kat sayıları her geçen gün artmaktadır. Artık binalar birer küçük şehire dönüşmektedir. Bir bina içinde farklı katlarda farklı yoğunluklar, gün içi farklı saatlerde farklı etkinlikler olabilmektedir. İşyeri katları ile aynı binayı kullanan konut katları trafikleri çakışabilmektedir. Sabahları beklediğimiz yukarı yönlü trafiğe ek olarak evlerinden ayrılanlar aşağı yönlü bir trafik oluşturmakta, akşam saatleri ise beklediğimiz aşağı yönde trafiğe ek olarak evlerine çıkmaya çalışanlar yukarı yönde bir trafik oluşturmaktadırlar. İş hanlarında durum bundan farklı değildir. Günün her saatinde her iki yönde ve ara katlarda bir trafik akışı oluşmaktadır. Bu durumda bunları dikkate alacak bir hesaplama yöntemi binaları kullanışlı ve tercih edilir binalar haline getirir. Asansör ulaşımını gerekçe göstererek yer değiştirmiş birçok işyeri ve evini taşımış kişiler son dönemde sık rastlanan bir olaydır. Birçok binanın üst katları atıl kalma durumundadır. En azından daha düşük fiyatlara değerlendirilmektedir. Yüksek katlı binalarda bina içi ulaşım, bina değerini etkileyen bir olay olarak daha fazla dikkate alınmaktadır. Bu durumda asansör trafik hesaplarına bu etkileri de katmak gerekir. Dr. Gina Barneyin yaptığı incelemelere dikkat edilirse ana yöndeki trafiğe ek olarak ters yönde de bir talebin oluştuğu görülecektir.



GRAFİK 3 Çift yönlü trafik

Yukarıda yapılan hesapların tamamı insan trafiğinin tek yönlü yoğun olduğu şartlar dikkate alınarak yapılmıştır. Ancak bazı durumlarda bina veya işyeri özelliğine göre, yoğun olan trafiğin aksi yönünde de bir trafik akışı olabilir. Bu durumun, iş yeri sahibi veya mimar tarafından bildirilmesi durumunda, ters yöndeki oluşacak trafiğin, ana trafiğe göre yüzdesini belirlemek gerekir. Bu trafiğin ana yöndeki trafiğe oranını ‘E’ olarak alırsak, formülde buna uygun değişikliklerin yapılması trafiği rahatlatacaktır.

Şimdiye kadar yapılan hesaplarda kabin doluluk oranına göre kabin içine binecek kişi sayısına ve kat adedine göre kabinden incek kişilerin oluşabilecek ihtiyacına göre muhtemel H ve S sayılarını tespit etmiştik. Bu talep kabin içinden oluşmaktaydı ve asansör basit kumanda gibi davranmaktaydı. Hâlbuki Toplama Kumanda bir asansörde “E” oranı kadar kabin dışından bir dış talep oluşacağını varsayabiliriz.

Bu kişilerin hangi katlardan bu talebi oluşturacağını ve kaç duruş olarak ilave edilmesi gerektiği hesabı yapılırsa, kabin içi yapılan hesabın tersi bir hesap ortaya çıkar ama hesabı basitleştirerek ihtimal hesabı olarak her iki taraftaki talep benzer kabul edilebilir. O zaman %10 ile %50 arasında oluşabilecek bir ters yön trafiği sanki kabin içinden gelen talepmiş gibi kabul edip hesabı basitleştirmek mümkündür. Bu durumda H hesabı yapılırken, kabin içindeki kişi sayısı P olarak değil,  $P'=(1+E)*P$  kabul edilirse, asansörün ortalama dönüş katıda değişecektir. Çünkü artık muhtemel çıkış katı ve duruş sayısı talebini P' kişi sayısı belirlemektedir. Dış talebi de içine alacak bir  $P'=(1+E)*P$  kabul edip, H ve S hesaplarını buna göre yapıp, yeni H' ve S' değerlerini bulabiliriz. Kabine iniş ve çıkış süresi içinde P' değerini almak bu durumda pratik bir çözüm olabilir. (on kişilik, doluluk oranı %80 olan bir asansörde P=sekiz kişilik bir yoğunlukta %25 ters yönlü trafik varsa, P'= on kişilik karşılığı olan H' ve S' sayıları alınacaktır). Seyir mesafesindeki bu artış, taşınan insan sayısındaki artıştan dolayı gelen talep farkını karşıladığı kabul edilebilir. Aynı şekilde bu oran formülün 2. ve 3. kısmındaki asansör duruş ve kişi iniş biniş kayıp zamanlarını da etkiler. Burada esas sorun E değerini gerçeğe yakın olarak tespit edebilmektir. Çok karmaşık olmayan binalarda bu değeri %15-25 almak sorunu çözmede bir nebze yardımcı olmaktadır. Buda kitapta CS 11.4.2. bölümünde önerilen toleransa uygun olmaktadır.

İniş ve çıkış talebinin çakışmadığı asansörlerde yani yön ayrımı yapan iniş ve çıkış butonlu toplama asansörlerde (Selektif Kumanda, directional collective, seçme yapan kumanda) formül olarak aşağıdaki gibi bir yaklaşım kabul edebiliriz.

$$A_{t1} = 2*H'*t_v + (S'+1)*t_s + (1+E)*(2*P*t_p)$$

$$H' = (1+E)*P \text{ değerine göre alınan H sayısı}$$

$$S' = (1+E)*P \text{ değerine göre alınan S sayısı}$$

Formüldeki diğer hesaplamalar aynı tablolar kullanılarak yapılır. Ancak  $t_p$  ler trafik çakışmasından dolayı bir artış gösterir. Daha ayrıntılı hesaplarda  $t_p=3$  sn alınması önerilir. Bu hesapta asansörün taşıyacağı insan sayısı gene P olup, hesaplar  $(1+E)*P$  ye göre yapılmaktadır. Eğer selektif **gurup kumanda** kullanılması söz konusu ise ters yönlü trafik asansörler arasında paylaşılacak ve ters yönde trafik için gelen istek hem en üst dönüş katı, hem de duruş talebi için azalacaktır. Bu durumda gurup kumandalarda ters yönlü trafik katsayısını E/n olarak kabul edebiliriz. Selektif gurup kumanda için bir düzeltme yaparsak formül şu hale gelir.

$$A_{t1} = 2*H'*t_v + (S'+1)*t_s + (1+E/n)*(2*P*t_p)$$

$$H' = (1+E/n)*P \text{ değerine göre alınan H sayısı}$$

$$S' = (1+E/n)*P \text{ değerine göre alınan S sayısı}$$

$$n = \text{gurup kumanda asansör sayısı}$$

Burada önerilen hesap yönteminde asansörün iniş ve çıkış taleplerini ayırdığı, yani selektif olduğu varsayılmıştır. Böylece dış taleplerde iniş ve çıkış taleplerinde çakışma olmamış, inmek isteyenler ile çıkmak isteyenler asansörün trafiğini aksatmamıştır. Ancak asansörün normal toplama kumanda olduğunu (kollektif kumanda) düşünürsek bu durumda iniş ve çıkış talepleri ayırt edilmediği için çakışmalar olacaktır. Asansör inerken çıkmak isteyenler, çıkarken inmek isteyenler için asansör duracaktır. Dış trafik çağrısının, pratik olarak yarısının asansörün normal yönünde, diğer yarısının ters yönde olduğu kabul edilebilir. Bu durumda E talep sayısı gereksiz olarak %50 artacaktır. E sayısını 3/2 çarpanı ile çarpmak gerekir. Bu durumda H' seyir mesafesinde bir değişiklik olmayacaktır ama muhtemel duruş sayısı artacaktır.

$$A_{t1} = 2 \cdot H' \cdot t_v + (S' + 1) \cdot t_s + (1 + E) \cdot (2 \cdot P \cdot t_p)$$

$H' = (1 + E) \cdot P$  değerine göre alınan H sayısı

$S' = (1 + (3/2) \cdot E) \cdot P$  değerine göre alınan S sayısı

Asansöre binenler gene  $(1 + E)$  kadar olduğu için P önündeki çarpan aynı tutulmuştur. Grup kumandalarda (E) ler asansör sayısı (n) e bölünmelidir.

Görüldüğü gibi çift yönlü trafiğin olduğu yerlerde, normal toplama kumandalı asansörlerde ciddi kayıp zamanlar oluşmaktadır. Buda pratikte tek kat, çift kat uygulamasıyla giderilmeye çalışılmaktadır. (Tek kat çift kat uygulamasında dikkat edilmesi gereken, her iki asansöründe en üst kata çıkma zorunluluğudur.) Proje yapanlar çift yönlü trafiğin olduğu yerlerde seçimini selektif toplama kumandalı ( iniş ve çıkış için ayrı çağrı butonlu ) asansörlerden yaparsa, bina yüklenicisine ve işletmecisine ciddi bir yarar sağlamış olur.

Bu tür bir düzeltme oranı eskiden beri ihtiyaç duymaktaydık. 2003 yılında yayınlanan Asansörde Pratik Bilgiler kitabımda normal kumanda ile yapılan trafik hesaplarındaki yetersiz kalma yüzünden asansörü 5 dak. kullanacak insan sayısı B hesaplamasında %20 lik bir iyileştirme katsayısı kullanmak durumunda kalmıştık. Daha sonra iş hanlarında karşılaşılan asansör trafik hesabı yetmezliğinden dolayı bu düzeltme katsayısı birçok yazar tarafından %30 a kadar çıkarıldı. İş merkezleri ve yüksek katlı binalar için çift yönlü trafiği kapsayacak şekilde yapılan bu düzeltme katsayısı olumlu sonuçlar doğurmuştur. Ancak genelleştirilip orta trafikli konutlar içinde aynı katsayıların kullanılma zorunluluğu getirilince amacını aşar bir duruma gelmektedir. Bütün binalara uygulanan genel bir katsayı yerine, bina trafik özelliklerine göre bir geri dönüş yüzdesi (E) belirlenirse sorunun çözülmesinde daha yardımcı olacaktır sanıyorum. Normal konutlarda gereksiz kapasite büyütmelerine gerek kalmaz.

## YÜKSEK KATLI BİNALARDA İVMELENME VE HIZ TESPİTİ

Dr. Cina Barney kitabında 4.3.1 Fiziksel Sınırlamalar bölümünde hızlanma ve yavaşlama ivmelenmelerinin yerçekiminin 1/8 de birini, yani  $1,5 \text{ m/s}^2$  yi aşmaması gerektiğini, Jerk değerinin ise  $2 \text{ m/s}^3$  ile sınırlandırılması gerektiğini belirlemektedir. Bu ivmelenme değerleri 80 kg'lık bir insanda hızlanmada veya yavaşlamada 10 kg miktarda artı etkiye neden olmaktadır ki, üstü değerlerde insan bünyesinde hasar oluşması mümkündür. İvmelenme değerleri olarak ayrıca önerilen bir tablo vermişlerdir. Benzer değerler olarak aşağıdaki tablo kullanılabilir.

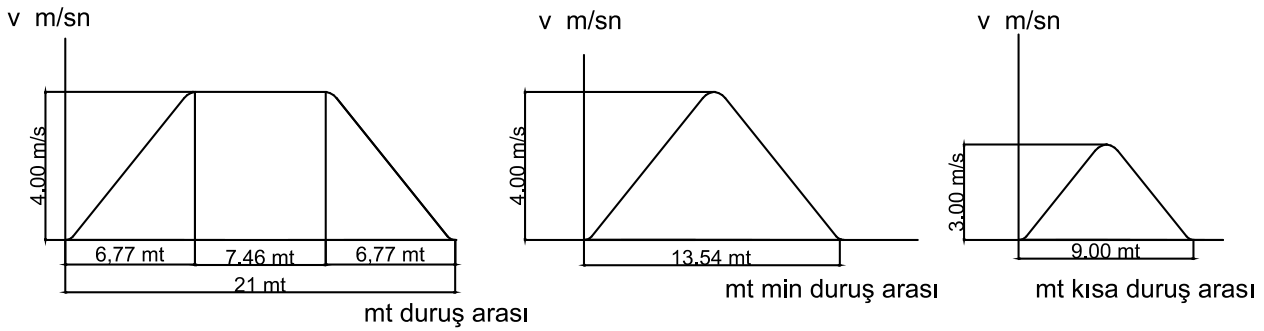
ASANSÖR SEYİR MES.	TAVSİYE EDİLEN HIZ	İVME (m/sn <sup>2</sup> )
<24 mt	<1.00 m/sn	0.4
30 mt	1.00 m/sn	0.4-0.7
40 mt	1.60 m/sn	0.7-0.8
60 mt	2.50 m/sn	0.9-1,0
75 mt	3.15 m/sn	1.2
100 mt	4.00-5.00 m/sn	1.3-1.5
120 mt	6.00 m/sn	1.5
>120 mt	>6.00 m/sn	1.5

Konuyla ilgili olarak yüksek katlı binalarda kullanılan hızlara bakarsak belirli ivme değerleri ile istenen hızlara ulaşmak için gerekli mesafeleri hesaplayabiliriz. Buna göre istenen hıza çıkmak ve yavaşlamak için %10 yumuşatma geçişleri ve önerilen ivme değerleri alt ve üst değerleri de dikkate alınarak gerekli mesafeler aşağıda verilmiştir.



HIZ VE İVMEYE GÖRE MİNİMUM İKİ DURUŞ ARASI MESAFE mt							
İVME m/s <sup>2</sup>	HIZ m/s						
	2,00	2,50	3,00	3,50	4,00	5,00	6,00
0,80	5,50						
0,90	4,89	7,64					
1,00	4,40	6,88	9,90				
1,10		6,25	9,00	12,25			
1,20			8,25	11,23	14,67		
1,30				10,37	13,54	21,15	
1,40					12,57	19,64	28,29
1,50						18,33	26,40

Seçilen hıza ulaşabilmek için tabloda verilen duruş mesafeleri arasına sahip olmak gerekir. Aksi durumda asansörün o hızlara ulaşması genelde çok oluşmayacaktır. İvme değişikliğinin mesafeler üzerinde çok etkili olduğu tablodan görülmektedir.



Asansör trafik hesabında kullanılan ivmeye ve hıza göre mesafe kontrolü yapmak gerekir. Muhtemel dönüş katı ve muhtemel duruş sayısı sonucu elde edilen ortalama duruşlar arası mesafe dikkate alınarak hız seçilmelidir. Muhtemel duruşlar arası mesafenin yeterli olmadığı durumda asansör hızı ne kadar artırılırsa artırılсын, kazanç hesap üstünde gözükecek ama gerçekte asansörün maliyetini artırmaktan başka bir işe yaramayacaktır. 1,30 m/sn<sup>2</sup> ivme değeri kullanan 4.00 mt/sn hızındaki bir asansörde minimum ortalama kat arası mesafe 13,54 mt olmalıdır. Bunun altındaki kat mesafelerinde asansör genellikle 4.00 mt hıza çıkamayacaktır. Dönüş yolunun da çift yönlü trafikte duruşlarla kesileceği dikkate alınır ise istenen faydanın sağlanması mümkün gözükmemektedir. Ortalama kat arası 9-10 mt olan bir asansörde 1,10 m/sn<sup>2</sup> ivmeli 3.00 mt/sn veya 1,20 m/sn<sup>2</sup> ivmeli 3.50 mt/sn hızlı bir asansörün seçilmesi (maliyet/fayda) denkleminde daha doğru sonuçlar verecektir.

Trafik hesabı formülünde asansör hızı ve ivmesine göre bir düzenleme yapmak, gerçek hız değerlerini yakalamamıza yardımcı olabilir. Böylece dönüş zamanını düzeltmek veya konfor elde etmek için gereksiz hız artışlarına gitmekten kurtulmuş oluruz. Burada esas üzerinde durulması gereken duruş sayıları olmalıdır. Duruş sayıları ile ilgili olarak bir sonraki bölümde inceleme yapılacaktır. Şimdi hesapta nasıl bir düzenleme yapılabilir ona bakalım.

Eğer kapısız geçilen büyük mesafeler yoksa (Zone uygulaması yapılan veya arada özel bölümleri olan bir bina değilse) normal olarak önce binadaki ortalama kat yüksekliğini bulmak gerekir.

$$d_f = L/M \quad (\text{seyir mesafesi/Durak adedi})$$

Yüksek katlı binalarda çift yönlü trafik yüzdesi E tespit edilmelidir. Kabindeki doluluk oranına ve dış talebe bağlı kabin muhtemel dönüş katı ve duruş sayısına göre ortalama duruşlar arası mesafeyi bulmak gerekir.

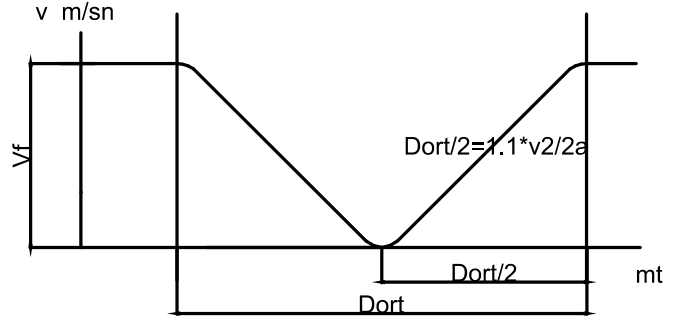
Ortalama iki duruş arası mesafe

$D_{ort} = H' * d_f / S$  olacaktır.

$H' = (1+E/n) * P$  değerine göre alınan muhtemel dönüş katı sayısı

$S =$  Ana yönde muhtemel duruş sayısı ( $S'$  dönüş duruşlarını da kapsadığı için sadece çıkış duruşları dikkate alınmalıdır.)

$D_{ort}/2 = v^2 / (2 * a)$  formülünden gidersek ve %10 yumuşatma geçiş mesafelerini dikkate alırsak



$D_{ort} > 2 * 1,1 * v^2 / (2 * a) = 1,1 * v^2 / a$  olacaktır.

Bu formülü kullanarak belirli hızlara göre kabul edilen ortalama ivme değerlerini kullanıp ortalama duruş arası mesafeleri belirlemek mümkün olur. Kesin olmamakla beraber muhtemel duruş arası mesafelere göre faydalı hız değerleri için bir fikir vermesi açısından yandaki tablo kullanılabilir. Bu zone uygulaması yapılmayan normal kat aralı binalar için yapılmış bir çalışmadır. Minimum duruş arası mesafeleri dikkate almadan yapılacak hız artımları gerçekte oluşmayacak, sadece maliyeti artıracak uygulamalar olacaktır.

HIZ m/s	İVME m/s <sup>2</sup>	Min Dort mt
2,00	0,90	4,89
2,50	1,00	6,88
3,00	1,10	9,00
3,50	1,20	11,23
4,00	1,30	13,54
5,00	1,40	19,64
6,00	1,50	26,40

Bu şartlarda yeni bir  $t_s$  tanımlamak daha yararlı olabilir. Daha önce kullandığımız formül aşağıda verilmiştir.

$$t_s = t_o + t_c + t_f + t_v$$

$t_f$ : Duruş yapılan katta, duruş ve kalkış ivmelenmeleri dahil geçiş zamanı

$t_v$ : Normal hızda bir katı geçiş zamanı

$t_o + t_c$  kapı açılma-kapanma zamanları için bir değişiklik yapmak gerekmez, ancak  $t_v$  ve  $t_f$  yi yeniden tanımlamak gerekir. Bizim asansör için belirlediğimiz hız ne olursa olsun, asansör ortalama iki duruş arası mesafeleri arasında kendi ulaşabileceği hızda gidebilecektir. Buna duruşlar arası hız  $v_f$  dersek bu hız ;

$$D_{ort}/2 = 1,1 * v_f^2 / (2 * a) \quad D_{ort} = 1,1 * v_f^2 / a$$

$$v_f^2 = D_{ort} * a / 1,1$$

$$v_f^2 = (H' * d_f * a) / (S * 1,1)$$

$$v_f = [(H' * d_f * a) / (S * 1,1)]^{1/2} \text{ olacaktır.}$$

Bu asansörün çıkışta duruşlar arasında ulaşabileceği hızdır. Bulunan bu hız seçilen beyan hızı ile karşılaştırılmalıdır. Eğer seçilen  $v$  beyan hızı  $v_f$  hızından büyükse formülde kullandığımız  $t_f$  zamanının hesaplanmasında  $v_f$  hızını kullanmak gerekir. Eğer önerilen hız  $v_f$  hızından küçük ise, o zaman  $v_f$  değeri olarak beyan hızı olan " $v$ " alınmalıdır. Bir zone uygulaması gibi kapısız geçilen bölge yoksa asansör için önerilebilecek  $v$  beyan hızı,  $v_f$  hızının 1,2 ile 1,6 katı arasında olması uygun olabilir. Bu (maliyet/fayda) hesabında iyi bir yaklaşım sayılabilir. Asansörde hız ve ivme değerleri dikkate alınarak bu hesaplar yapılmalıdır.

Kat duruşlarında yavaşlama ve hızlanma sırasında ivmelenmeden dolayı kaybedilecek zamanı hesaplamak gerekir. Bu durumda duruş ve kalkış yavaşlamaları için harcanan zaman kaybı;

$$t_f = 2 * (1,1 * v_f / a) = 2,2 * v_f / a \text{ sn olur.}$$

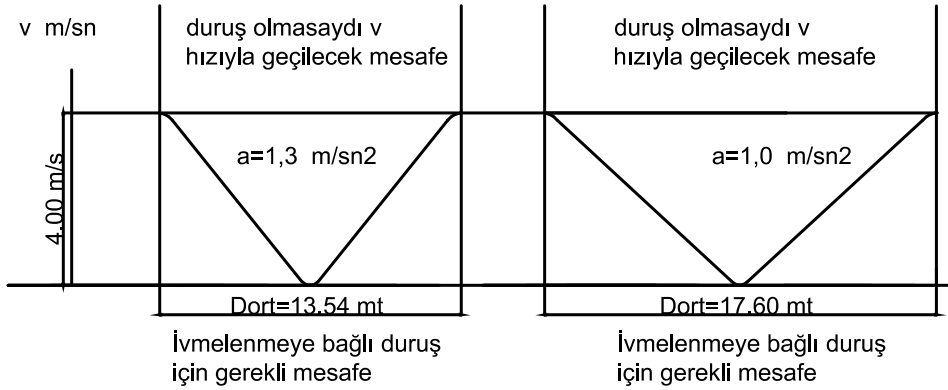
Burada farklı bir sorun ortaya çıkmaktadır. Daha önce yaptığımız ana formülde asansörün bir kat içinde durduğu ve kalktığını varsayıyorduk, bu yüzden  $t_s$  hesabı yaparken  $(+t_f - t_v)$  ifadesi gerçeği yansıtıyordu, çünkü asansör her zaman beyan hızına çıkabiliyordu ve duruş ile kalkışlar bir kat içinde gerçekleşiyordu. Bu yüzden bir katı geçiş zamanını çıkarmak doğru bir yaklaşımdı. Ama şimdi farklı bir durum oluşmaktadır. Asansör her zaman beyan hızına çıkamamakta ve iki duruş arası mesafe olarak hesapladığımız  $D_{ort}$  mesafesi bir kat mesafesinin çok üstüne çıkmaktadır. Bu yüzden asansörün bir katı beyan hızında geçiş zamanını bulmak için kullandığımız  $t_v = d_f / v$  çok doğru bir yaklaşım olmayacaktır.  $d_f$  yerine iki duruş arası mesafe  $D_{ort}'$ yi dikkate alan bir hesaplama yapmak gerekir. Asansörün iki duruş arası mesafeyi normal hızında geçtiği zaman dilimi için yeni bir isimlendirme ile  $t_g$  ifadesini hesaplarsak;

$$t_g = D_{ort} / (v * 1,1)$$

$$t_g = (1,1 * v_f^2 / a) / (v * 1,1) = v_f^2 / (a * v) \text{ eşitliğini elde ederiz. } t_s \text{ için formülü yeniden yazarsak}$$

$$t_s = t_o + t_c + t_f - t_g \text{ olur.}$$

Formülün ikinci kısmı bu düzenleme ile hem ters yönde trafik duruşlarını hem de ivmelenmeye bağlı olarak  $(t_f - t_g)$  zaman düzenlemesini yapmış olur. Aşağıda iki farklı ivme değeri için 4 mt/sn hızda bir asansörde gerekli minimum duruş mesafeleri gösterilmiştir. İvme değerinin düşük alınması durumunda  $D_{ort}$  mesafesinde yaklaşık 4 metrelik bir artış olmaktadır.



Bu düzenlemeyle formülde ilk kısımda kullandığımız  $2 * H' * t_v$  bölümü de daha doğru bir yaklaşım sergiler. Asansör çıkışta ulaşabileceği  $v_f$  hızı ve ivmesi dikkate alınarak gerçek kayıp zamanlar hesaplanmış, inişte ise beyan hızı  $v$  hızı dikkate alınarak bir hesaplama yapılmış olur.

Eğer  $v_f$  hızı  $v$  hızından büyükse zaten bütün hızlar  $v$  alınacaktır. O zaman

$$v_f = v \text{ ise}$$

$$t_g = v_f^2 / (a * v) = v / a$$

$$t_f = 2,2 * v / a \text{ olur.}$$

$(t_f - t_g)$  den kaynaklanan kayıp zamanda  $1,2 * v / a$  olacaktır.

4 mt sn hızlı bir asansörde  $a=1,3$  ise kayıp zaman 3,69 sn,  $a=1$  olan asansörde ise 4,8 sn olacaktır. Kapı açılma ve kapanma zamanları da eklenirse kabine kişi iniş ve çıkış süreleri haricinde bir duruş 10 sn gibi ek bir kayba neden olmaktadır. Bu süre asansörün normal seyirde 40 mt gittiği süreye eşittir. Görüldüğü gibi kayıp zamanın ana unsuru duruşta harcanan zamanlar olmaktadır. Duruş sayısını ve duruşta harcanan zamanı azaltmak ana hedef olarak görülmelidir. Uygun hız ve ivme değerlerinin doğru seçilmesi kadar duruş planlaması da trafik hesabında özenle planlanmalıdır.

## ZONE UYGULAMASI

Asansörlerde duruş sayısını azaltmak için çok çeşitli yöntemler kullanılmaktadır. Normal asansörlerde duruş sayısını azaltmak için uygulanan en bilindik iki yöntem binayı ikiye bölmek veya tek çift uygulaması yapmaktır. Böylece kabindeki farklı kat talepleri azaltılıp daha az katta duruş sağlanmaya çalışılmaktadır. Duruşlardaki kayıplardan oluşan zamanların azaltılması asansör seyir konforunda büyük iyileşme sağlamaktadır. Böylece başta yapılan hesap hataları sonradan yapılan değişikliklerle düzeltilmeye çalışılmaktadır. Yoğun trafiği olan binalarda ters yönlü trafiğin dikkate alınarak hesap yapılması bu yüzden önemlidir. Aşağıda bununla ilgili örnek grafik verilmiştir.

Yüksek katlı binalarda duruş kayıplarından dolayı oluşan konforsuzluk üst seviyelerde olur. Bina kat alanları çok dikkatli kullanılmak zorundadır, Asansör seyirindeki konforu ve bina uygun trafik akışını yakalamak için asansör sayısını ve hızını artırmak gerekecektir. Ancak bu tür binalardaki asansörler yüksek maliyetli asansörler olup gurup kumanda çalışan asansörlerdir ve üçlü guruptan az planlanmaları önerilmez. Her zaman için asansörün birinin arıza yapabileceği veya bakımda olabileceği dikkate alınmalıdır. Bu tür binalarda üst katlara ulaşımın can damarı asansörler olduğu için genelde rahat bir trafik hedeflenmesi durumunda gurupların dörtlü oluşturulması daha tercih edilir uygulama olarak kabul edilmelidir.

Yüksek katlı binalarda asansörde geçirilen zaman dilimi ve bekleme süreleri dikkate alındığında 15-16 Duraklık bir seyir mesafesinin en kabul edilebilir seyir zamanlarını oluşturduğu görülmüştür. Bu durak adedine yakın bölünmeler uygun uygulamalar olarak kabul edilir. Bina bölünmelerinin buna uygun şekilde yapılması genel önerilen bir uygulamadır. (Elevator Traffic Handbook 8.3.1 Tall Buldings, Dr.Gina Barney)

13	X	X
12		X
11	X	
10		X
9	X	
8		X
7	X	
6		X
5	X	
4		X
3	X	
2		X
1	X	
Z	X	X

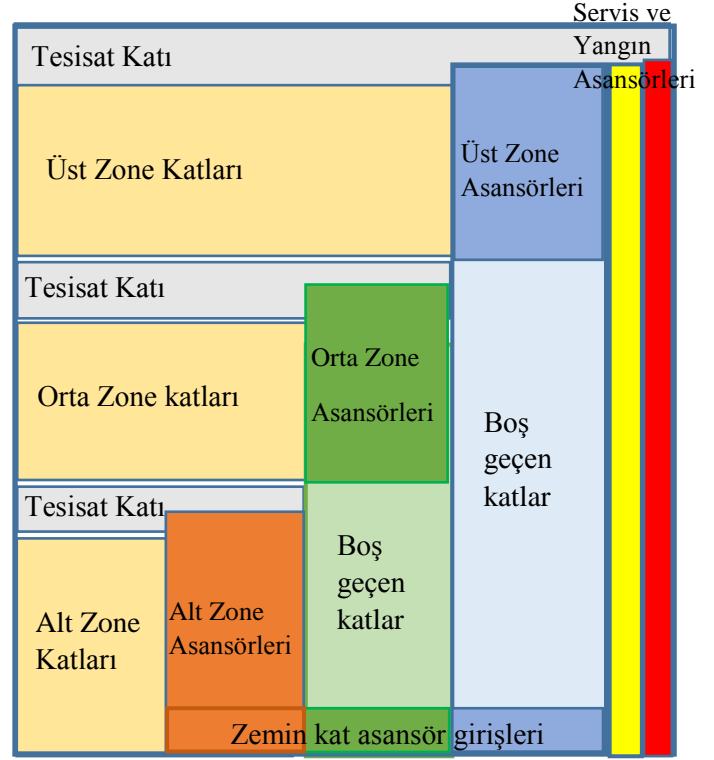
13		X
12		X
11		X
10		X
9		X
8		X
7	X	
6	X	
5	X	
4	X	
3	X	
2	X	
1	X	
Z	X	X

Tek-Çift uygulaması ve Bina bölümlenmesi yapılan iki ayrı bina örneği

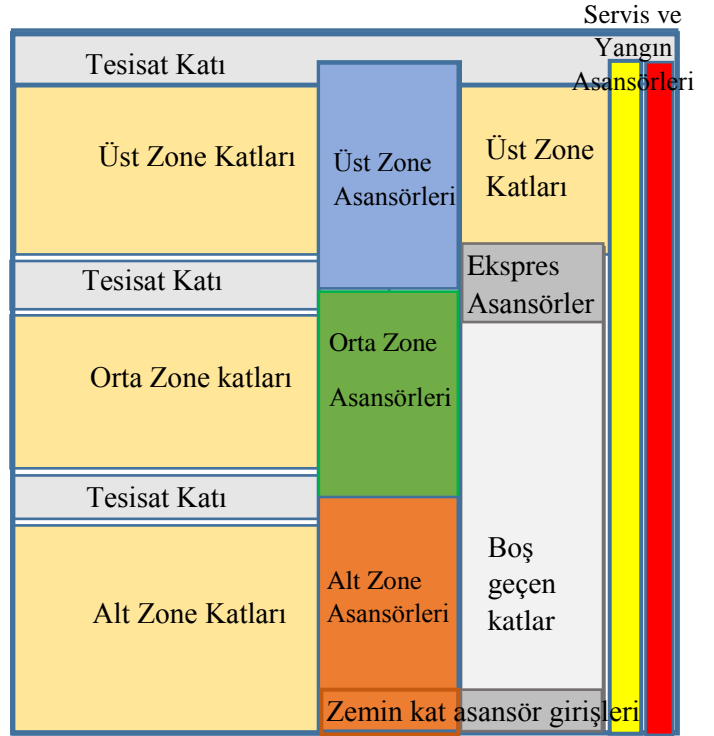
Yüksek katlı binalarda asansör seyir süresini ve duruş sayısını azaltmak için çeşitli yöntemler kullanılır. Bunlardan en yaygın olarak kullanılanı klasik bölünme şeklindedir. Binayı üç zone olarak böldüğümüzü kabul edersek üç ayrı bölgeye hizmet veren asansörleri ve bütün katlara hizmet verecek itfaiyeci ve servis asansörlerini tesis etmek gerekir. Aşağıda bunun için basit bir örnek verilmiştir. Klasik olarak yapılan çok yaygın bölme işlemi, her zone bölgesine ait asansörleri ayrı kuyularda tesis edip kendi katlarına çalışmalarını sağlamaktır. Grafikte de görüldüğü gibi her zone bölgesi için bir grup asansöre ihtiyaç duyulmaktadır, bu yüzden her zone gurubu için ayrı kuyular tesis etmek gerekecektir. Orta ve üst zone için seyir mesafeleri oldukça büyük asansörler tesis etmek gerekecektir, bina çekirdeğinde de büyük bir alanı asansörler için bırakmak gerekecektir. Aşağıda aynı bina için daha ekonomik sayılabilecek bir çözüm önerilmiştir. Her iki çözümde de asansörlerin kullandığı alan arasındaki farka dikkat etmek gerekir.

Bu çözüm önerisinde bütün zonlara hizmet eden asansörler bir kuyu içinde toplanmış durumdadır. Bu işlemin yapılabilmesi için tesisat katlarının dağıtımının ve kat yüksekliklerinin doğru çözülmesi gerekir. Çünkü bu katlar asansörlerin kuyu dibi ve kuyu üstü boşlukları için kullanılmalıdır. Böylece kuyular bölgeler arası kayıpsız olarak kullanılabilir. Ekspres asansörler ile orta ve üst zone asansörlere kişiler taşınmakta buradan ters yönlerde dağıtımlar yapılmaktadır. Yapılan hesaplarda asansörlerin seyir zamanlarında büyük kazançlar elde edilmiştir. Ayrıca bina çekirdeğinde çok daha az yer kullanılmıştır. Ekspres asansörleri bir üst zone taşıyarak aynı çekirdek içinde daha fazla bölgeyi çözümlerde yapılabilir. Ekspres asansörlerde çift katlı kabinler (Double-Deck ) gibi çözümler ile daha farklı ve duruş sayısını azaltan çözümler geliştirilebilir.

Duruş sayısını azaltmak için daha farklı çözümler sürekli geliştirilmektedir. Farklı firmaların bunun için geliştirdikleri yazılım programları vardır. Bu sayede asansörler ve kullanıcılar gelen talebe göre yönlendirilmekte, farklı asansör uygulamaları ile sistemler her geçen gün geliştirilmektedir. Asansörde duruş sayılarını azaltıp daha konforlu bir seyahat oluşturulması yüksek katlı binalar için hayati önemi olan bir konudur.



ÇÖZÜM 1



ÇÖZÜM 2

Ancak konunun bu yazıyla ilgili olan kısmı zone uygulamalarında trafik hesabında yapılabilecek düzeltmelerle ilgilidir. Zone asansörlerinde oldukça uzun bir mesafe boş geçilmektedir. Bu bölüm bilindiği gibi formülün ilk kısımda incelenmektedir.  $2 \cdot H' \cdot t_v$  kısmında bu mesafe zaten dikkate alınmaktadır. Ancak ortalama kat mesafesini dikkate alırken kapısız durmadan geçilen bu mesafe ortalama kat mesafesi içine dahil edilmemelidir. Eğer bu ayırım yapılmazsa ortalama kat mesafeleri büyüyeceği için seçilen ivme değerleri konusunda hesapta yanıltıcı sonuçlar doğurabilmektedir. Hız ve ivme değerlendirmelerinde daha gerçekçi yaklaşımlar için zone bölgesi hesaptan çıkarılmalı ve ayrıca incelenmelidir. Zone bölgesi seyri ayrı bir zaman dilimi olarak alınabilir. Bu durum için formül şu halde yazılabilir.

$$At_1 = 2 \cdot Z/v + 2 \cdot H' \cdot t_v + ((S'+1) \cdot t_s) + (2 \cdot P_{ort} \cdot t_p)$$

$Z = mt$ , Zone uygulaması için duraksız geçilen mesafe

$v =$  beyan hızı m/sn

$H' = (1+E/n) \cdot P$  değerine göre alınan H sayısı

$P =$  Doluluk oranına göre kabindeki kişi sayısı

$E =$  Ters yönlü trafik yüzdesi

$n =$  gurup kumanda asansör sayısı

$t_v = d_f/v$

$d_f = (L-Z)/M$  ((seyir mesafesi- zone mesafesi)/Durak adedi) zone hariç ortalama kat yüksekliği

$S' = (1+E/n) \cdot P$  değerine göre alınan S sayısı

$t_s = t_o + t_c + t_f - t_g$  sn

$t_o + t_c =$  kapı açılma ve kapanma zamanları sn

$t_f = 2 \cdot (1,1 \cdot v_f/a) = 2,2 \cdot v_f/a$  sn duruşlarda ivmelenmelerden dolayı kayıp zaman

$a =$  asansör ivmesi  $m/sn^2$

$v_f = [(H' \cdot d_f \cdot a) / (S' \cdot 1,1)]^{1/2}$  m/sn İki duruş arasında asansörün çıkabileceği hız

$t_g = v_f^2 / (a \cdot v)$  sn asansörün iki duruş arasını normal olarak geçebildiği zaman

$P_{ort} = (1+E/n) \cdot P_{ort}$

$t_p =$  kişi transfer zamanı sn

Formülü bu şekilde kullanmak, ters yönlü trafiği, ivmeyi, zone için geçilen bölümü, ortalama iki duruş arası mesafe ve asansörün çıkabileceği hızı dikkate alarak yapılacak bir hesaplamayı gündeme getirir ki, yüksek katlı binalarda dikkate alınması gereken birçok problemi çözmekte yardımcı olacaktır. Normal katlı ve orta yoğunluktaki binalar için son derece doğru sonuçlar veren ana formül yüksek katlı binalarda bazı eklemelere ihtiyaç duymaktadır. Bu önerilen çözümün bu sorunların giderilmesinde yardımcı olabileceği düşünülmüştür.

Trafik hesapları ve olasılık hesaplamaları son derece derin konular olup uzmanlık isteyen alanlardır. Burada yapılan şey aslında bir çağrıdır. Şu an basit yaklaşımlarla sorunlara herkesin ulaşabileceği, uygulayabileceği kolay çözümler üretme gayreti içindeyiz. Ancak bu konuda bilgili araştırmacı ve akademisyenlerimiz inceleme yapar ve daha gerçekçi hesap yöntemleri oluştururlarsa sektöre büyük yardımda bulunmuş ve büyük bir problemin çözümünde adım atmış olurlar. Bunları bilgisayar programlarında zaten yapan firmalar var ama bu hesapları genele yaymak ve herkesin kullanabileceği bir duruma getirmek gerekir. Bizler ancak sorunları tespit edebilir ve yöntem önerebiliriz.

Serdar Tavaslıoğlu

Elk. Müh.

**EK 1 :**

**ÖRNEK 1 :** Aşağıdaki örnekte 93 metre seyir mesafeli, 45 metre zone uygulaması yapılmış (duraksız geçilen bölge) gurup asansörler için bir trafik hesabı sunulmuştur. Basit bir Excel sayfası ile bu hesaplar yapılabilir ve sürekli karşılaştırma ile en uygun çözümler araştırılabilir.

ASANSÖR TRAFİK HESABI			
<b>Gurup 1</b>	<b>16 kişi üst zone asansörler</b>		
<b>L =</b>	<b>93</b>	mt, Seyir mesafesi	
<b>Z =</b>	<b>45</b>	mt, Zone uygulaması için düz geçilen mesafe	
<b>M =</b>	<b>16</b>	Durak adedi	
<b>v =</b>	<b>4</b>	m/s, Asansör hızı	
<b>P =</b>	<b>16</b>	Kişi sayısı	
<b>n =</b>	<b>4</b>	Gurup kumanda sayısı	
<b>E =</b>	<b>0,3</b>	Çift yön için ilave trafik yüzdesi	
<b>E' = E/n</b>	0,075		
<b>a =</b>	1,3	m/s <sup>2</sup> , ivmelenme	
<b>N = M-1</b>	15	Zemin üstü kat adedi	
<b>%P =</b>	0,70	Kabin doluluk oranı	
<b>Port =</b>	11,200	Kişi, Ortalama kabin taşıma kapasitesi	
<b>Ptort =</b>	12,040	Kişi, %P kişi sayısı+(%P*E) Ters trafik	
<b>Σ(i/N) =</b>	0,717	Makro buton <b>Düğme 1</b>	
<b>H' =</b>	14,283	P' ne göre muhtemel dönüş katı	
<b>S =</b>	8,074	Çıkışta duruş sayısı	
<b>S' =</b>	8,464	Ters trafikle toplam duruş sayısı	
<b>df =</b>	3,200	mt, (L-Z)/N Ortalama durak yüksekliği	
<b>vf =</b>	2,713	m/s, $vf = KK((2*H'*df*a)/(2*S))$ çıkışta 2 duruş arası ulaşılan hız $Lort=v^2/(2*a)$ form	
<b>Olabilir hız v =</b>	<b>3,3</b>	<b>4,3</b>	m/s, asansör için önerilebilecek hız sınırı değerleri
<b>vf =</b>	2,713	m/s, Asansör hızı ile duruşlar arası uygulanan hız karşılaştırması	
<b>tv=df/v =</b>	0,800	sn, Asansör hızı ile bir katı geçme zamanı (dönüşte normal hız var)	
<b>tv1=df/vf =</b>	1,180	sn, Çıkışta ortalama kat arası geçiş zamanı	
<b>tf=2.2*vf/a =</b>	4,591	sn, Bir duruşta ivmelenmelerden kaybedilen zaman (ivmelenmelerden dolayı 2,2)	
<b>tg =</b>	1,415	sn, $tg=(2*vf*vf/(2*a))/v$ Normal gidişte vf hızına göre gidilen yolun v ile alınan za	
<b>to+tc =</b>	4,900	sn, Kapı açılma kapanma zamanı	
<b>tp =</b>	2,400	sn, Bir kişinin binme zamanı	
<b>ts =</b>	8,076	sn, $ts=to+tc+tf-tg$ Bir duruşta toplam zaman kaybı	
Zone bölgesi ve ters yönlü trafik dikkate alınarak çevrim zamanı hesaplanırsa;			
$At1 = 2*Z/v + 2*H'*tv + ((S'+1)*ts) + (2*Ptort*tp)$			
<b>At1 =</b>	179,57	sn, Bir asansörün çevrim zamanı	
$R1 = (5*60) (P) / At1 = 300P / At1$			
<b>R1 =</b>	18,71	Kişi, 5 dak. bir asansörün taşıma kapasitesi	
Gurup 1 için			
<b>A<sub>t</sub>=A<sub>t1</sub>/n =</b>	<b>44,89</b>	sn, Asansör bekleme zamanı	
<b>R<sub>t</sub> =</b>	<b>74,85</b>	Kişi, 5 dak. taşınacak toplam kişi sayısı	

**ÖRNEK 2 :** Aynı asansörün 3 m/s hız ile 5 m/s hız hesapları da yapılmıştır. 3m/s hızdan 4 m/s hıza çıkıldığında kişi taşıma kapasitesi 5,57 kişi artmış, servis süresi ise 3,61 sn azalmıştır. Ancak hızı 4 m/s den 5 m/s ye çıkardığımızda aynı seviyede bir kazanç sağlanamadığı görülmektedir. Kişi taşıma kapasitesinde sadece 2,76 kişilik bir artış olmakta, servis süresi ise 1,6 sn azalmaktadır. Artan maliyete göre kabul edilir bir kazanç elde edilememiştir. Programın söylediği gibi maliyet fayda oranı olarak uygun hız 4 m/s olarak ortaya çıkmaktadır.

ASANSÖR TRAFİK HESABI	
<b>Gurup 1</b>	<b>16 kişi üst zone gurup asansörler</b>
L =	93 mt, Seyir mesafesi
Z =	45 mt, Zone uygulaması için düz geçilen mesafe
M =	16 Durak adedi
v =	3 m/s, Asansör hızı
P =	16 Kişi sayısı
n =	4 Gurup kumanda sayısı
E =	0,3 Çift yön için ilave trafik yüzdesi
E' = E/n	0,075
a =	1,1 m/s2, ivmelenme
N = M-1	15 Zemin üstü kat adedi
%P =	0,70 Kabin doluluk oranı
Port =	11,200 Kişi, Ortalama kabin taşıma kapasitesi
Ptort =	12,040 Kişi, %P kişi sayısı*(%P*E) Ters trafik
Σ(i/N) =	0,717 Makro buton Düşme 1
H' =	14,283 P' ne göre muhtemel dönüş katı
S =	8,074 Çıkışta duruş sayısı
S' =	8,464 Ters trafikle toplam duruş sayısı
df =	3,200 mt, (L-Z)/N Ortalama durak yüksekliği
vf =	2,495 m/s, $vf = KK((2*H*df*a)/(2*S))$ çıkışta 2 duruş arası ulaşılan hız
Olabilir hız v =	3,4 m/s, asansör için önerilebilecek hız sınır değerleri
vf =	2,495 m/s, Asansör hızı ile duruşlar arası uygulanan hız karşılaştırması
tv=df/v =	1,067 sn, Asansör hızı ile bir katı geçme zamanı (dönüşte normal hız var)
tv1=df/vf =	1,282 sn, Çıkışta ortalama kat arası geçiş zamanı
tf=2.2*vf/a =	4,991 sn, Bir duruşta ivmelenmelerden kaybedilen zaman (ivmelenme)
tg =	1,887 sn, $tg=(2*vf*vf/(2*a))/v$ Normal gidişte vf hızına göre gidilen yol
to+tc =	4,900 sn, Kapı açılma kapanma zamanı
tp =	2,400 sn, Bir kişinin binme zamanı
ts =	8,004 sn, $ts=to+tc+tf-tg$ Bir duruşta toplam zaman kaybı
Zone bölgesi ve ters yönlü trafik dikkate alınarak çevrim zamanı hesaplanırsa;	
$At1 = 2*Z/v + 2*H*tv + ((S+1)*ts) + (2*Ptort*tp)$	
At1 =	194,01 sn, Bir asansörün çevrim zamanı
$R1 = (5*60) (P) / At1 = 300P / At1$	
R1 =	17,32 Kişi, 5 dak. bir asansörün taşıma kapasitesi
Gurup 1 için	
$A1=A11/n =$	48,50 sn, Asansör bekleme zamanı
Rt =	69,28 Kişi, 5 dak. taşınacak toplam kişi sayısı

ASANSÖR TRAFİK HESABI	
<b>Gurup 1</b>	<b>16 kişi üst zone gurup asansörler</b>
L =	93 mt, Seyir mesafesi
Z =	45 mt, Zone uygulaması için düz geçilen mesafe
M =	16 Durak adedi
v =	5 m/s, Asansör hızı
P =	16 Kişi sayısı
n =	4 Gurup kumanda sayısı
E =	0,3 Çift yön için ilave trafik yüzdesi
E' = E/n	0,075
a =	1,3 m/s2, ivmelenme
N = M-1	15 Zemin üstü kat adedi
%P =	0,70 Kabin doluluk oranı
Port =	11,200 Kişi, Ortalama kabin taşıma kapasitesi
Ptort =	12,040 Kişi, %P kişi sayısı*(%P*E) Ters trafik
Σ(i/N) =	0,717 Makro buton Düşme 1
H' =	14,283 P' ne göre muhtemel dönüş katı
S =	8,074 Çıkışta duruş sayısı
S' =	8,464 Ters trafikle toplam duruş sayısı
df =	3,200 mt, (L-Z)/N Ortalama durak yüksekliği
vf =	2,713 m/s, $vf = KK((2*H*df*a)/(2*S))$ çıkışta 2 duruş arası ulaşılan hız
Olabilir hız v =	3,3,4,3 m/s, asansör için önerilebilecek hız sınır değerleri
vf =	2,713 m/s, Asansör hızı ile duruşlar arası uygulanan hız karşılaştırması
tv=df/v =	0,640 sn, Asansör hızı ile bir katı geçme zamanı (dönüşte normal hız var)
tv1=df/vf =	1,180 sn, Çıkışta ortalama kat arası geçiş zamanı
tf=2.2*vf/a =	4,591 sn, Bir duruşta ivmelenmelerden kaybedilen zaman (ivmelenme)
tg =	1,132 sn, $tg=(2*vf*vf/(2*a))/v$ Normal gidişte vf hızına göre gidilen yol
to+tc =	4,900 sn, Kapı açılma kapanma zamanı
tp =	2,400 sn, Bir kişinin binme zamanı
ts =	8,359 sn, $ts=to+tc+tf-tg$ Bir duruşta toplam zaman kaybı
Zone bölgesi ve ters yönlü trafik dikkate alınarak çevrim zamanı hesaplanırsa;	
$At1 = 2*Z/v + 2*H*tv + ((S+1)*ts) + (2*Ptort*tp)$	
At1 =	173,18 sn, Bir asansörün çevrim zamanı
$R1 = (5*60) (P) / At1 = 300P / At1$	
R1 =	19,40 Kişi, 5 dak. bir asansörün taşıma kapasitesi
Gurup 1 için	
$A1=A11/n =$	43,29 sn, Asansör bekleme zamanı
Rt =	77,61 Kişi, 5 dak. taşınacak toplam kişi sayısı

**ÖRNEK 3 :** Eğer bu hesaplar klasik yöntem kullanılarak yapılsaydı, servis süreleri yakın çıkacak olmasına rağmen kişi taşıma kapasiteleri olabilecek sayıların oldukça üstünde çıkacaktı. Buda yanlışlıklara sebep olacak, gerektiğinden az asansör seçilmesine yol açacaktı. Klasik hesapta hızın artışı ile lineer olarak kişi taşıma kapasitesinin arttığına ve servis süresinin azaldığına dikkat etmek gerekir, ancak gerçekte bu böyle olmamaktadır. Bir hız noktasından sonra servis süresinde azalma ve kişi taşıma kapasitesinde artış olmamaktadır.

L =	93	m Seyir mesafesi
M =	16	Durak adedi
v =	3	Hız m/s
P =	16	Kabin kişi sayısı
P1 =	12,8	Kabin doluluk sayısı
n =	4	Gurup kumanda
df =	5,81	m Ortalama kat mesafesi
tv =	1,94	sn Bir katı geçiş süresi
ts =	7,46	sn Duruşta kayıp zaman
Tablo değerleri		
H =	14,3	
S =	8,8	
to =	2	sn Kapı açılma sü
tc =	2,9	sn Kapı kapanma
tf =	4,5	sn Bir duruşta ka
tp =	2,4	sn Kişi biniş süre
$At1 = 2*H*tv + ((S+1)*ts) + (2*P1*tp)$		
$R1 = (5*60) (P) / At1 = 300P / At1$		
At1 =	189,99	sn Bir asansörün seyir süresi
R1 =	20,21	Kişi 5 dakikada taşınan insan
$At=At1/n =$		
At=At1/n =	47,50	sn Gurup seyir süresi
R = R1*n =	80,85	Kişi Toplam 5 dak. Taşınan ki

L =	93	m Seyir mesafesi
M =	16	Durak adedi
v =	4	Hız m/s
P =	16	Kabin kişi sayısı
P1 =	12,8	Kabin doluluk sayısı
n =	4	Gurup kumanda
df =	5,81	m Ortalama kat mesafesi
tv =	1,45	sn Bir katı geçiş süresi
ts =	7,95	sn Duruşta kayıp zaman
Tablo değerleri		
H =	14,3	
S =	8,8	
to =	2	sn Kapı açılma sü
tc =	2,9	sn Kapı kapanma
tf =	4,5	sn Bir duruşta ka
tp =	2,4	sn Kişi biniş süre
$At1 = 2*H*tv + ((S+1)*ts) + (2*P1*tp)$		
$R1 = (5*60) (P) / At1 = 300P / At1$		
At1 =	180,88	sn Bir asansörün seyir süresi
R1 =	21,23	Kişi 5 dakikada taşınan insan
$At=At1/n =$		
At=At1/n =	45,22	sn Gurup seyir süresi
R = R1*n =	84,92	Kişi Toplam 5 dak. Taşınan ki

L =	93	m Seyir mesafesi
M =	16	Durak adedi
v =	5	Hız m/s
P =	16	Kabin kişi sayısı
P1 =	12,8	Kabin doluluk sayısı
n =	4	Gurup kumanda
df =	5,81	m Ortalama kat mesafesi
tv =	1,16	sn Bir katı geçiş süresi
ts =	8,24	sn Duruşta kayıp zaman
Tablo değerleri		
H =	14,3	
S =	8,8	
to =	2	sn Kapı açılma sü
tc =	2,9	sn Kapı kapanma
tf =	4,5	sn Bir duruşta ka
tp =	2,4	sn Kişi biniş süre
$At1 = 2*H*tv + ((S+1)*ts) + (2*P1*tp)$		
$R1 = (5*60) (P) / At1 = 300P / At1$		
At1 =	175,42	sn Bir asansörün seyir süresi
R1 =	21,89	Kişi 5 dakikada taşınan insan
$At=At1/n =$		
At=At1/n =	43,85	sn Gurup seyir süresi
R = R1*n =	87,56	Kişi Toplam 5 dak. Taşınan ki



## EK 2; TRAFİK HESABINDA KULLANILAN TABLOLAR

Kat	4 P (3,2) 320 Kg		5 P (4,0) 400 Kg		6P (4,8) 450 Kg		8P (6,4) 630 Kg		10P (8,0) 800 Kg		13P (10,4) 1000 Kg		16 P (12,8) 1250 Kg		21 P (16,8) 1600 Kg		26 P (20,8) 2000 Kg		33P (26,4) 2500 Kg		
	H	S	H	S	H	S	H	S	H	S	H	S	H	S	H	S	H	S	H	S	
5	4,4	2,9	4,5	3,1	4,6	3,3	4,7	3,8	4,8	4,2	4,9	4,5	4,9	4,7	5,0	4,9	5,0	5,0	5,0	5,0	5,0
6	5,2	3,1	5,3	3,3	5,4	3,5	5,6	4,1	5,7	4,6	5,8	5,1	5,9	5,4	6,0	5,7	6,0	5,9	6,0	6,0	6,0
7	6,1	3,2	6,1	3,5	6,2	3,7	6,5	4,4	6,6	5,0	6,8	5,6	6,8	6,0	6,9	6,5	7,0	6,7	7,0	6,9	6,9
8	6,9	3,3	7,0	3,5	7,1	3,8	7,4	4,6	7,5	5,3	7,7	6,0	7,8	6,6	7,9	7,2	7,9	7,5	8,0	7,8	7,8
9	7,7	3,4	7,8	3,6	7,9	3,9	8,2	4,8	8,4	5,5	8,6	6,4	8,7	7,0	8,8	7,8	8,9	8,2	9,0	8,6	8,6
10	8,5	3,4	8,6	3,6	8,7	4,0	9,1	4,9	9,3	5,7	9,5	6,7	9,7	7,4	9,8	8,3	9,9	8,9	9,9	9,9	9,4
11	9,3	3,5	9,4	3,7	9,6	4,0	10,0	5,0	10,2	5,9	10,5	6,9	10,6	7,8	10,8	8,8	10,8	9,5	10,9	10,1	10,1
12	10,1	3,5	10,2	3,7	10,4	4,1	10,8	5,1	11,1	6,0	11,4	7,1	11,5	8,1	11,7	9,2	11,8	10,0	11,9	10,8	10,8
13	10,9	3,6	11,0	3,8	11,2	4,1	11,7	5,2	12,0	6,1	12,3	7,3	12,5	8,3	12,7	9,6	12,8	10,5	12,9	11,4	11,4
14	11,7	3,6	11,9	3,8	12,1	4,2	12,6	5,3	12,9	6,3	13,2	7,5	13,4	8,6	13,6	10,0	13,7	11,0	13,8	12,0	12,0
15	12,5	3,6	12,7	3,9	12,9	4,2	13,4	5,4	13,8	6,4	14,1	7,7	14,3	8,8	14,6	10,3	14,7	11,4	14,8	12,6	12,6
16	13,0	3,6	13,4	3,9	13,7	4,3	14,3	5,4	14,7	6,5	15,0	7,8	15,3	9,0	15,5	10,6	15,7	11,8	15,8	13,1	13,1
17	14,1	3,6	14,3	4,0	14,5	4,3	15,3	5,5	15,6	6,5	16,0	8,0	16,2	9,2	16,5	10,9	16,6	12,2	16,8	13,6	13,6
18	14,9	3,6	15,2	4,0	15,4	4,3	16,0	5,5	16,6	6,6	16,9	8,1	17,1	9,3	17,4	11,1	17,6	12,5	17,7	14,0	14,0
19	15,7	3,6	16,0	4,1	16,2	4,3	16,9	5,6	17,4	6,7	17,8	8,2	18,1	9,5	18,4	11,3	18,5	12,8	18,7	14,4	14,4
20	16,5	3,6	16,7	4,1	17,0	4,4	17,8	5,6	18,2	6,7	18,7	8,3	19,0	9,6	19,3	11,6	19,5	13,1	19,7	14,8	14,8
21	17,3	3,7	18,1	4,2	18,6	4,4	18,6	5,6	19,1	6,8	19,6	8,4	19,9	9,8	20,3	11,7	20,5	13,4	20,6	15,2	15,2
22	18,1	3,7	18,4	4,2	18,7	4,4	19,5	5,7	20,0	6,8	20,5	8,4	20,9	9,9	21,2	11,9	21,4	13,6	21,6	15,6	15,6
23	18,9	3,7	19,2	4,2	19,5	4,4	20,4	5,7	20,9	6,9	21,4	8,5	21,8	10,0	22,1	12,1	22,4	13,9	22,6	15,9	15,9
24	19,7	3,7	20,1	4,2	20,3	4,4	21,2	5,7	21,8	6,9	22,4	8,6	22,7	10,1	23,1	12,3	23,3	14,1	23,5	16,2	16,2

**TABLO 2 Asansörde muhtemel dönüş katı ve muhtemel duruş sayıları**

KAPI GENİŞLİĞİ			800 mm	900 mm	1060 mm	1100 mm	1420 mm
Kenara açılan	Açılma	to	2.5	2.5	2.9	3.0	3.7
	Kapanma	tc	3.0	3.8	4.0	4.0	5.0
Ortadan açılan	Açılma	to	2.0	2.0	2.5	2.5	2.7
	Kapanma	tc	2.5	2.9	2.3	3.5	3.7
Çarpma kapı (iç oto. dış çarp)	Açılma	to	5.0	5.0	6.0	6.0	-
	Kapanma	tc	5.0	5.0	6.0	6.0	-

**TABLO 3 Genişliğe göre kapı açılma ve kapanma süreleri**

SEYİR MES.	ÖNERİLEN HIZ	İVME (m/sn <sup>2</sup> )	tf tek kat geçiş (sn)	tv (3 mt) (sn)	tv (3.30 mt)(sn)
<24 mt	<1.00 m/sn	0.4	10.0	4.76	-
30 mt	1.00 m/sn	0.4-0.7	7.0	3.00	-
40 mt	1.60 m/sn	0.7-0.8	6.0	1.87	2.06
60 mt	2.50 m/sn	0.9-1,0	5.5	1.20	1.32
75 mt	3.15 m/sn	1.2	5.0	0.90	1.047
100 mt	4.00-5.00 m/sn	1.3-1.5	4.5	0.60	0.60
120 mt	6.00 m/sn	1.5	4.3	-	0.5
>120 mt	>6.00 m/sn	1.5	4.3	-	-

**TABLO 4 Hızlara göre iki kat arası seyir (tf) ve normal seyir (tv) zamanı**

tp	Merkeze top. Kapılar	Kenara top. Kapılar	Dış kap. Çarpma kap
Onüç kişi ve altı kabin	2,0	2,2	2,5
Onüç kişi üstü kabin	2,4	2,6	2,8

**TABLO 5 Kişi transfer kayıp zamanı**