

İYİLEŞTİRİLMİŞ ALAN AĞIRLIK ALGORİTMASINA DAYALI GRUP ASANSÖR KONTROLÜ

Ulvi DAĞDELEN¹, Aytekin BAĞIŞ¹, Derviş KARABOĞA²

¹Erciyes Üniversitesi, Elektrik & Elektronik Müh. Bölümü, 38039, Kayseri
dagdelen@erciyes.edu.tr
bagis@erciyes.edu.tr

²Erciyes Üniversitesi, Bilgisayar Mühendisliği Bölümü, 38039, Kayseri
karaboga@erciyes.edu.tr

ÖZET

Grup asansör kontrol sistemleri, çok sayıda asansörün bulunduğu çok katlı binalarda, yolcu trafiğinin hızlı ve etkili bir biçimde gerçekleştirilmesi amacıyla asansörlerin en uygun biçimde kontrol edilmesi ve uygun kata yönlendirilmesi görevini yerine getiren sistemlerdir. Herhangi bir andaki yolcu ve çağrı sayısının önceden tahmin edilememesi ve yapılan çağrıların asansörlerin yolculuk sürelerini önemli ölçüde etkilemesi gibi faktörler, grup kontrol sistemlerinin karşılaştığı temel problemlerdir.

Bu çalışmada, hızlı ve etkili bir kontrol algoritması kullanılarak katlar arası trafik şartı altında asansör grup kontrolü gerçekleştirilmiştir. Sunulan yöntemin performansı farklı karakteristikler dikkate alınarak test edilmiştir. Benzetim çalışmaları sonunda, geliştirilmiş bir algoritmaya dayalı olarak çalışan kontrol yaklaşımının, yolcuların bekleme ve seyahat sürelerini önemli ölçüde kısaltan, hızlı ve etkili sonuçlar verdiği görülmüştür.

1. GİRİŞ

Grup asansör (GA) kontrol sistemleri, üç veya daha fazla kabinin bulunduğu çok katlı binalarda, yolcu trafiğinin hızlı ve etkili bir biçimde gerçekleştirilmesi amacıyla kabinlerin uygun kata yönlendirilmesi görevini en uygun biçimde yerine getiren sistemlerdir. Bu sistemlerin ana hedefi, yolcuların bekleme ve seyahat sürelerini kısaltmak, kabinlerin kullanım kapasitelerini arttırmak ve güç tüketimini azaltmak amacıyla yolcuların çağrılarına uygun kabini tayin etmektir. Karmaşık dinamik sistemlerden biri olan GA kontrol sistemlerinde kabin tayini yapılırken katta bekleyen yolcuların sayısı, gidecekleri kat, kabindeki yolcu sayısı ve hangi katta kaç yolcunun ineceği gibi birçok bilinmeyen faktör vardır. Yakın gelecekte oluşacak yolcu ve çağrı sayısının önceden tahmin edilememesi ve yapılan çağrıların asansörlerin yolculuk sürelerini önemli ölçüde etkilemesi gibi faktörler, grup kontrol sistemlerinin karşılaştığı temel problemlerdir.

Literatürde asansörlerin grup halinde kumanda ve kontrolüne yönelik yapay zekaya dayalı çeşitli yöntem ve yaklaşımlar mevcuttur [1-7]. Yapılan kontrolün etkinliği büyük

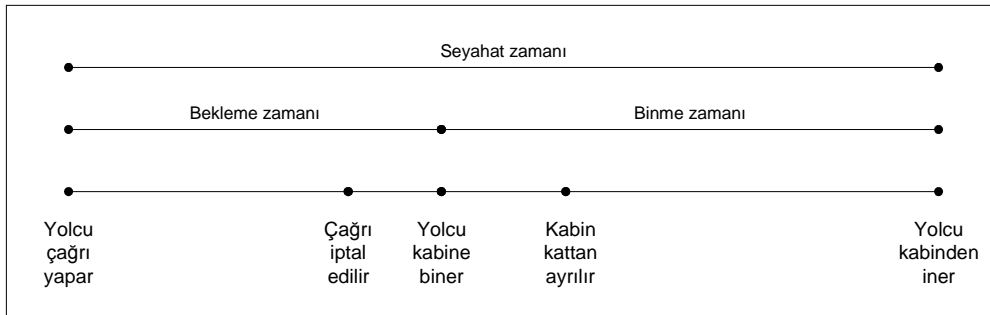
ölçüde, yöntemde yararlanılan kontrol algoritmasına bağlıdır. Alan ağırlık (AA) algoritması (area weight algorithm) bu algoritmaların en yaygın olanlarından biridir.

Bu çalışmada, grup asansör kontrolü için oldukça basit ve etkili bir kontrol yaklaşımı sunulmuştur. Yöntemin esası, işletim stratejisinde geliştirilmiş AA algoritmasının kullanımına dayalıdır. İkinci bölümde grup asansör kontrol sistemleri ve AA algoritması hakkında kısa bir bilgi verilmiştir. Problemin çözümü için kullanılan yaklaşım ve benzetim sonuçları üçüncü bölümde karşılaştırmalı olarak sunulmuştur. Son bölümde sonuçlar değerlendirilmiştir.

2. GRUP ASANSÖR (GA) KONTROL SİSTEMLERİ

GA kontrol sistemlerinin temel işlevi, çok sayıda asansörün bulunduğu çok katlı binalarda yapılan çağruların durumuna ve dikkate alınan çeşitli kriterlere göre en uygun kabinin olabildiğince hızlı şekilde belirlenmesi ve ilgili çağrıya yönlendirilmesidir.

Bu kontrol sistemlerinde katlarda bulunan aşağı ve yukarı yönlü kat çağrı düğmesi ve kabinlerde bulunan kabin çağrı düğmesi olmak üzere 2 tip çağrı düğmesi mevcuttur. Şekil 1'deki zamanlama diyagramında, bir kattan diğerine gitmek isteyen bir yolcu için işlem adımları sıralanarak bekleme, binme ve seyahat zamanı gösterilmiştir. İşletim stratejisindeki temel amaç, bu sürelerin kısaltılmasıdır.



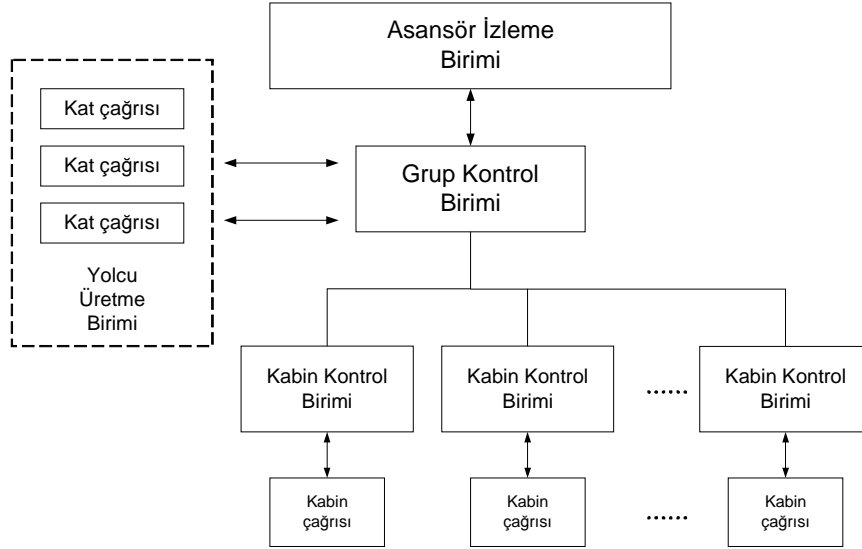
Şekil 1. Çağrı yapan bir yolcunun zamanlama diyagramı

Şekil 2'de GA kontrol sisteminin temel yapısı görülmektedir. Buna göre sistem; asansör izleme birimi, grup kontrol birimi, kabin kontrol birimi ve yolcu üretme birimi olmak üzere 4 ana modülden oluşmaktadır.

Yolcu Üretim Birimi: Bu birimde, kat sayısı, kat yüksekliği, kabin sayısı ve kapasitesi, kapı zamanları gibi bina yapılandırmasıyla ilgili bilgilerin yanı sıra bina trafiği ve yolcu profili ile ilgili veriler saklanır. Bir binadaki asansör trafiği yolcu hareketliliği bakımından temelde üçe ayırmak mümkündür. Bunlar;

- (i) *Yukarı yönlü çağrı yapan yolcu:* Bu tip yolcular giriş katından üst katlara gitmek isteyen yolculardır. Yukarı yönlü çağrı yaparlar
- (ii) *Aşağı katlara çağrı yapan yolcu:* Bu tip yolcular üst katlardan giriş katına gitmek isteyen yolculardır ve aşağı yönlü çağrı yaparlar.

(iii) *Ara katlara çağrı yapan yolcu:* Giriş katı haricindeki bir kattan diğer bir kata yolculuk yapan yolculardır. Bu tipteki yolcular aşağı yönlü ya da yukarı yönlü çağrı yapabilirler.



Şekil 2. Grup asansör kontrol sisteminin temel yapısı

Grup Kontrol Birimi: Kat ve kabin çağrıları bu birimde kaydedilir. Her kabin için 2 farklı görev listesi vardır. Bunlardan birincisi kat çağrılarının tutulduğu *kat görev listesidir*. Sistemde bir kat çağrısı meydana geldiğinde grup kontrolcü uygun kabini seçer ve bu görevi ilgili kabinin kat görev listesine ekler. Kabin bu listedeki bir görevini yerine getirdiği zaman ilgili görev bu listeden silinir ve *kabin görev listesine* eklenir.

Kabin Kontrol Birimi: Bu birimde kabinlerin bulunduğu kat ile gitmesi gerektiği katlara bakılarak kabinin yönüne ve hızının ne olması gerektiğine karar verilir. Ayrıca burada kabindeki yolcu sayısı, gidilmesi gereken hedef kat, bir çevrim zamanında taşınan yolcu sayısı veya toplam taşınan yolcu sayısı gibi istatistiki bilgiler de saklanır.

Asansör İzleme Birimi: Bu birimde ise kabinlerin bulunduğu katlar, katlarda bekleyen yolcular ve ortalama bekleme zamanı, ortalama seyahat zamanı ve güç tüketimi ile ilgili bilgiler bir monitör aracılığıyla görüntülenir.

2.1. Alan Ağırlık (AA) Algoritması

Yapılan çağrının durumuna göre en uygun asansörü seçme görevini yerine getiren GA kontrol sistemlerinde kullanılan geleneksel seçim metotlarından biri de alan ağırlık (Area Weight-AA) algoritmasıdır. Bu metotta uygun kabin seçimi için bir değerlendirme fonksiyonu kullanılır. Meydana gelen her çağrı için bütün kabinlerin muhtemel yolları göz önüne alınarak değerlendirme fonksiyonu aracılığıyla tahmini bir zaman hesabı yapılır. Yapılan hesaplamalarda en küçük değere sahip olan kabin yapılan çağrıyı yerine getirmek üzere görevlendirilir. k. asansör için uygun bir değerlendirme fonksiyonu aşağıdaki gibi verilebilir [6, 8].

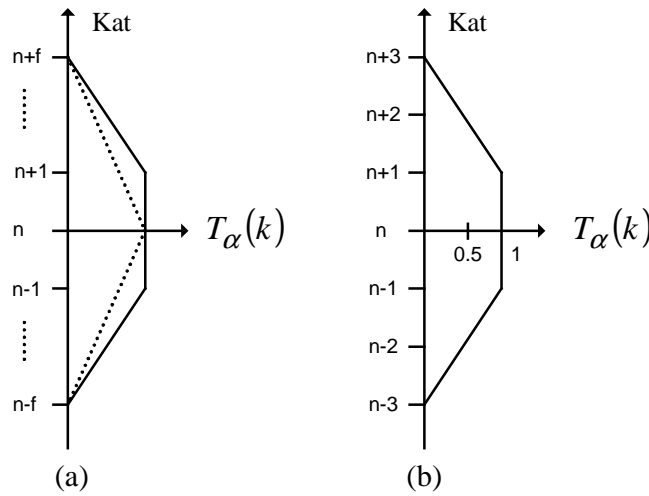
$$\phi(k) = T_{AVR} - \alpha T_{\alpha}(k), \quad k=1, 2, 3, \dots, N \quad (1)$$

Burada; N, sistemin kontrol ettiği toplam kabin sayısı, $T_{AVR}(k)$ ise k. asansörün çağrının yapıldığı kata tahmini varış süresidir. α ve $T_{\alpha}(k)$ ise sırasıyla alan ağırlığı ve alan değeri olarak tanımlanır. $T_{AVR}(k)$ Eşitlik 2 yardımıyla hesaplanabilir:

$$T_{AVR}(k) = \sum_{dur} T_{dur}(k) + \sum_{normal} T_{normal}(k) \quad (2)$$

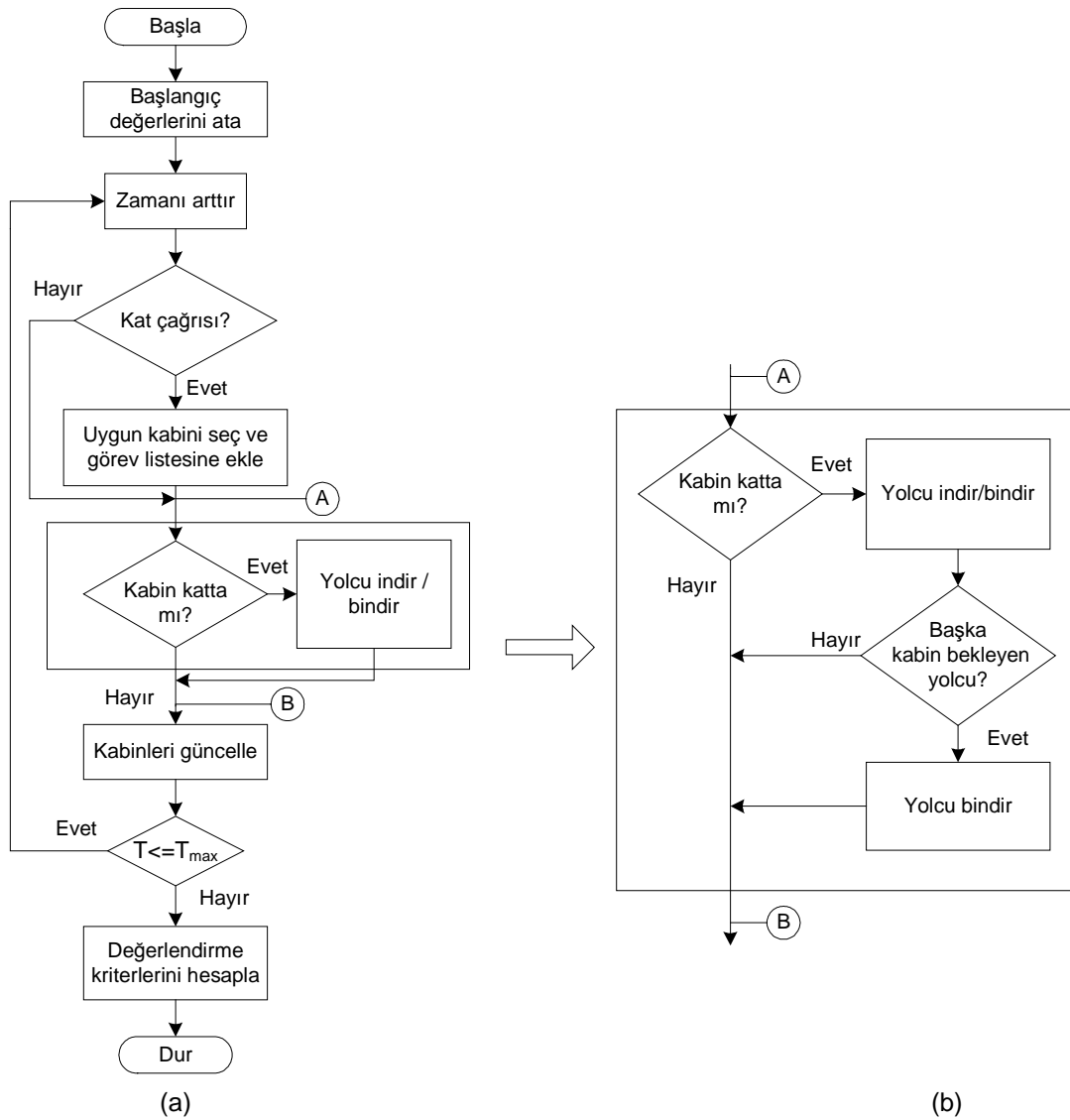
$$T_{dur}(k) = T_{yavasla} + T_{in/bin}(k) + T_{hızlan} \quad (3)$$

Eşitlik 2’de her kabinin çağrı yapılan kata ulaşma süreleri hesaplanırken iki zaman dikkate alınır. Bunlar toplam durma zamanları ve katları normal hızla geçme zamanlarıdır. Durma zamanı, kabinin bir katta yolcu indirme veya bindirme için önce yavaşladığı, yolcuyu indirip bindirdiği ve sonra da hızlanarak normal hızına ulaştığı zamanı ifade eder (Eşitlik 3). Eşitlik 1’de verilen α ’nın değeri çağrının yapıldığı katların yakınında duracak kabinlerin seçilme olasılığını doğrudan etkiler. Bu parametrenin değeri algoritmanın çalışması sırasında [0, 40] aralığında seçilir [9]. α değerinin yüksek olması çağrının yapıldığı kat civarında duracak kabinlerin seçilme olasılığını artırır. Bu metotta kullanılan alan değeri formu ise Şekil 3’de görüldüğü gibi üçgen veya yamuk olabilir [6]. Burada n katta yapılan çağrı için k. asansörün değerleri verilmiştir. Değerlendirme fonksiyonu hesaplanan k. asansör için Şekil 3.b’de görüldüğü gibi $T_{\alpha}(k)$ ’nin aldığı değer hesaplanırken n, n+1 ve n-1 katlarında kat veya kabin çağrısı mevcut ise $T_{\alpha}(k)$ ’nin değeri $T_{\alpha}(k) = 1$, n+2 ve n-2 katlarında kat veya kabin çağrısı var ise $T_{\alpha}(k) = 0.5$ bunların dışındaki durum için de $T_{\alpha}(k) = 0$ ’dır. Eğer bir kat çağrısı yapıldığında k. asansör için değerlendirme fonksiyonu hesaplanırken $T_{\alpha}(k)$ ’nin α katı tahmini zaman hesabından çıkarılır. Böylece bu durumdaki bir kabinin seçilme olasılığı artar.



Şekil 3. Örnek alan değerleri

Şekil 4a'da temel alan ağırlığı algoritmasının akış diyagramı görülmektedir [10]. Bu algorithmada ilk olarak kat sayısı, kabin sayısı ve kapasitesi, hız bilgileri gibi ana parametreler başlangıçta tanımlanır. Sonra 5dk'lık periyotlarda rasgele yolcu oluşturulur. Bu zaman zarfında eğer yolcu oluşturulmuşsa kontrol algoritması tarafından uygun kabin bulunup görev listesine eklenir. Yolcu oluşturulmamışsa kontrol algoritması çalıştırılmadan kabinlerin kontrolüne geçilir. Eğer herhangi bir kabin bir görev icra etmek üzere bir katta durmuşsa yolcu indirme/bindirme alt programı devreye girer ve ilgili görev yerine getirilir. Bundan sonra kabinler güncellenerek benzetim programının maksimum zamana ulaşip ulaşmadığına bakılır. Ulaşmamışsa başa dönerek bu işlemler tekrarlanır. Eğer sona ulaşılmışsa programdan çıkılır. Bu adımdan sonra program esnasında kaydedilen veri dosyalarına bakılarak değerlendirme kriterleri olan ortalama bekleme süresi, uzun bekleyenlerin yüzdesi, ortalama seyahat süresi ve kabin durma sayıları hesaplanır.



Şekil 4. (a) Temel AA algoritması (b) Algoritmanın geliştirilen kısmı

GA kontrol sisteminin performansı birçok kriterle ölçülebilir. Bunlardan bazıları şunlardır [11-13]:

- (i) *Ortalama bekleme süresi (OBS)*: Bir yolcunun kat çağrı düğmesine bastıktan sonra servis asansörünün o kata gelinceye kadar geçen zamandır. OBS birim zamandaki bekleme süresinin ortalamasıdır.
- (ii) *Ortalama seyahat süresi (OSS)*: Bir yolcunun kat çağrı düğmesine bastığı zaman başlayıp gideceği katta inene kadar geçen süredir. OSS birim zamandaki seyahat süresinin ortalamasıdır.
- (iii) *Uzun bekleyenlerin yüzdesi (UBY)*: Birim zamanda 60 sn'den fazla bekleyen yolcuların tüm yolculara oranıdır. Yüzde (%) cinsinden ifade edilir.
- (iv) *Ortalama Durma Sayısı (ODS)*: Asansörlerin en fazla enerjiyi durma veya kalkma sırasında tükettiğinden birim zamandaki asansörlerin durma sayısı sistemin güç tüketiminin tahmininde kullanılır.

3. GELİŞTİRİLMİŞ AA ALGORİTMASI VE PROBLEME UYGULANMASI

AA algoritmasında, kat çağrılarında uygun bir kabin tayin etmek için her kabinin değerlendirme fonksiyonu değeri hesaplanır. En küçük değere sahip olan kabin bu çağrıyı cevaplamak üzere görevlendirilir. GA kontrol sistemleri dinamik sistemler oldukları için yapılan çağrıya o anda en uygun kabin görevlendirilmesine rağmen aynı kabin, bundan sonra yeni çağrılar için de görevlendirilecektir. Bu yeni görevler daha önce verilen çağrılar için bu kabinin uygunluk durumunu değiştirebilir. Bu anlamda AA algoritmasında bir iyileştirme yapılmıştır. Yapılan bu iyileştirme görev listeleri ile ilgili olup algoritmanın temel işleyişi değiştirilmemiştir. Bu iyileştirme sayesinde görev listeleri daha esnek bir yapıya dönüştürülmüştür. Bir kabin, kat veya kabin görev listesindeki bir iş gereği bir katta durduğu zaman kendi görevini icra ettikten sonra diğer kabinlerin bu katta bir kat çağrısı olup olmadığına bakar. Eğer bu katta diğer kabinlere ait bir kat çağrısı varsa ve kabin kapasitesi uygun ise bu görevi kendisi yerine getirerek diğer kabinin kat görev listesinden siler. Böylece diğer kabinin yolcusu daha fazla beklemeden bir kabine binmiş ve bekleme süresi kısalmış olur. Şekil 4b'de akış diyagramı verilen bu yöntem sayesinde temel AA algoritmasında basit ama etkili bir iyileştirme elde edilmiştir.

Bu çalışmada dikkate alınan benzetim şartları Tablo 1'de ve elde edilen sonuçlar ise Tablo 2-4'de verilmiştir. Katlar arası (interfloor) trafik modu için ortalama durma sayısı Şekil 5'de gösterilmiştir.

Tablo 1. Benzetim şartları

Kat Sayısı	16 kat
Kabin Sayısı / Kapasite	6 kabin / 20 yolcu
Yolcu Sayısı	5 dk. 50 yolcudan 200 yolcuya kadar
Asansör hızı	2 saniyede bir kat
Durma zamanı	14 sn.
Trafik modeli	Yolcu hareketi
Katlar arası	1. kattan diğerlerine : %50
	Diğerlerinden 1. kata : %25
	Katlar arası : %25

Tablo 2. Ortalama bekleme zamanı

Yolcu (kişi/5dk)	Ortalama Bekleme Süresi (sn) (OBS)					
	Alan Ağırlığı Algoritması [6, 8]				Önerilen Algoritma	Gelişme (%)
	$\alpha = 0$	$\alpha = 15$	$\alpha = 30$	$\alpha = 40$		
50	29,11	27,47	26,53	26,20	23,52	10–19
75	36,89	34,82	32,27	30,93	26,70	14–28
100	43,92	40,94	37,25	36,25	30,47	16–31
125	50,67	47,49	42,45	40,76	35,19	14–31
150	55,86	52,65	47,48	45,88	39,87	13–29
175	61,76	59,86	54,42	50,97	47,10	8–24
200	71,35	67,13	62,81	59,20	62,05	(-4)–13

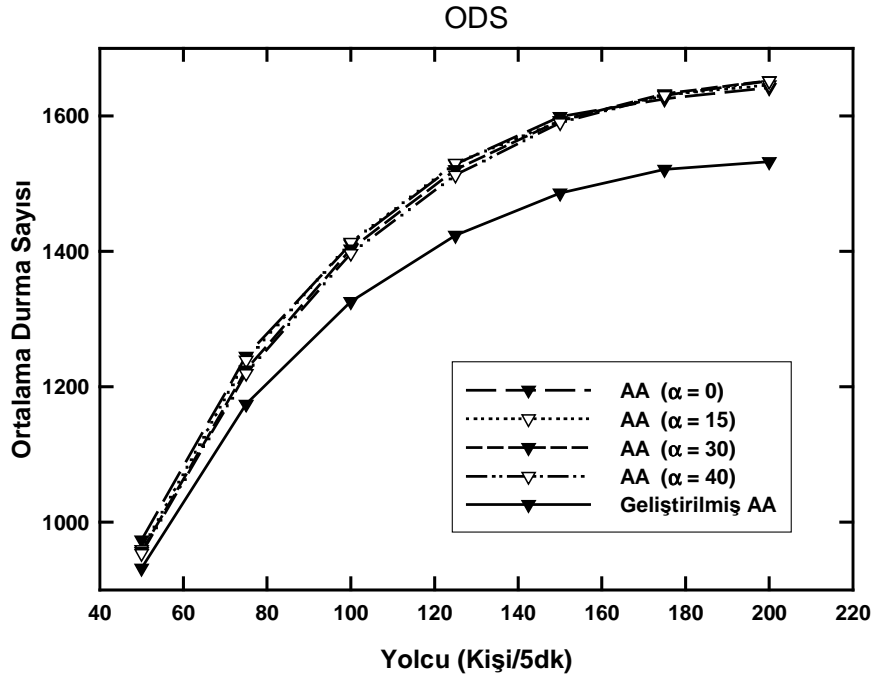
Tablo 3. Ortalama seyahat süresi

Yolcu (kişi/5dk)	Ortalama Seyahat Süresi (sn) (OSS)					
	Alan Ağırlığı Algoritması [6, 8]				Önerilen Algoritma	Gelişme (%)
	$\alpha = 0$	$\alpha = 15$	$\alpha = 30$	$\alpha = 40$		
50	60,58	59,57	58,71	58,62	54,48	7–10
75	73,99	72,07	69,75	68,57	62,30	9–16
100	87,01	83,96	80,44	79,52	71,54	10–18
125	99,39	96,21	91,49	89,74	81,77	9–18
150	109,74	106,73	101,47	99,76	91,59	8–17
175	119,84	118,55	112,95	109,31	103,22	6–14
200	133,38	129,26	125,09	121,28	121,81	0–9

Tablo 4. Uzun bekleyenlerin yüzdesi

Yolcu (kişi/5dk)	Uzun Bekleyenlerin Yüzdesi (%) (OBY)					
	Alan Ağırlığı Algoritması [6, 8]				Önerilen Algoritma	Gelişme (%)
	$\alpha = 0$	$\alpha = 15$	$\alpha = 30$	$\alpha = 40$		
50	13,92	12,39	10,81	10,26	8,22	20–41
75	19,97	18,01	14,99	13,08	10,55	19–47
100	25,27	21,83	18,38	16,87	13,82	18–45
125	29,00	27,17	22,04	19,99	19,59	2–32
150	33,72	30,80	25,85	24,23	24,57	(-1)–27
175	37,05	35,14	30,60	27,09	31,66	(-16)–15
200	40,72	37,69	34,17	31,20	42,38	(-35)–(-4)

Benzetim sonuçları incelendiğinde, standart AA algoritması ile karşılaştırıldığında, bu çalışmada önerilen algoritma ile daha iyi sonuçlar elde edilmiştir (Tablo 2–4). Geliştirilmiş AA algoritması kullanılarak özellikle birim zamanda dikkate alınan yolcu sayısı 150 ve altında iken yolcuların bekleme, seyahat süreleri ile uzun bekleyenlerin oranı önemli ölçüde azaltılabilmektedir (Tablo 2–4). Önerilen algoritmanın, yolcu sayısında yaşanabilecek artış durumlarında da en azından tatmin edici bir performans sergilediği görülmektedir. Şekil 5’de verilen ortalama durma sayıları, geliştirilen algoritma yardımıyla elde edilen enerji kazanımını açıkça göstermektedir. Bu şekilde, yolcu sayısındaki değişimlerin, geliştirilmiş AA algoritmasının etkinliğini azaltmadığı belirgin olarak gözlenmektedir.



Şekil 5. Katlar arası trafik modu için ortalama durma sayıları

4. SONUÇ

Bu çalışmada, geliştirilmiş AA algoritmasına dayalı hızlı ve etkili bir kontrol algoritması kullanılarak katlar arası trafik şartları altında asansör grup kontrolü gerçekleştirilmiştir. Sunulan yöntemin performansı farklı karakteristikler dikkate alınarak test edilmiştir. Benzetim çalışmaları sonunda, sunulan kontrol yaklaşımının, yolcuların bekleme ve seyahat sürelerini önemli ölçüde kısaltan ve bu arada kontrol edilen sistemde önemli bir enerji kazanımı sağlayan etkili sonuçlar verdiği görülmüştür.

5. KAYNAKLAR

1. Kim, C.B., Seong, K.A., Kwang, H.L., Kim, J.O., "Design and Implementations of a Fuzzy Elevator Group Control System", IEEE Trans. on Systems Man and Cybernetics-Part A 28(3), 277–287, 1998.
2. Tobita, T., Fujino, A., Segawa, K., Yoneda, K., Ichikawa, Y., "A Parameter Tuning Method for an Elevator Group Control System Using a Genetic Algorithm", Electrical Engineering in Japan 124(1), 55–64, 1998.
3. Cho, Y.C., Gagov, Z., Kwon, W.H., "Elevator Group Control with Accurate Estimation of Hall Call Waiting Times", IEEE Proceeding of The International Conference on Robotics&Automation, 447–452, 1999.
4. Gudwin, R., Gomide, F., Netto, M.A., "A Fuzzy Group Controller with Linear Context Adaptation", Fuzzy Systems Proceedings, 481–486, 1998.
5. Crites, R.H., Barto, A.G., "Elevator Group Control Using Multiple Reinforcement Learning Agents", Machine Learning 33, 235–262, 1998.

6. Kim, C.B., Seong, K.A., Kwang, H.L., Kim, J.O., Lim, Y.B., "A Fuzzy Approach to Elevator Group Control System", IEEE Trans. on Systems Man and Cybernetics 25(6), 985–990, 1995.
7. Ishikawa, T., Miyauchi, A., Kaneko, M., "Supervisory Control for Elevator Group by Fuzzy Expert System Which Also Addresses Traveling Time", IEEE International Conference on Industrial Technology Proceeding, 87–94, 2000.
8. Hitachi, Ltd., Japan, "Elevator group control system", US. patent, 4,448,286, 1984.
9. Kwang, H.L. and Kim, C.B. (1999) Techniques and applications of fuzzy theory to an elevator group control system. Fuzzy Theory systems: Techniques applications Vol. 1, Academic press.
10. Dagdelen, U., Bagis, A., and Karaboga, D., "Elevator group control by using talented algorithm", The 14th Turkish Symposium on Artificial Intelligence and Neural Networks, 423-430, 2005.
11. Barney, G., "Elevator traffic handbook", Spon press, London, 2003.
12. Law, Y.W. and So, A.T.P. "Energy-saving schemes for lift and escalator-A review", Hong Kong engineer, pp. 24-28, 1991.
13. Strakosch, G.R. "Vertical transportation: Elevators and escalators", Wiley-Interscience, NewYork, 1983.