

ASANSÖR - MERKEZİ BİRİM İLETİŞİMİ

N. Özlem Ünverdi ¹

N. Aydın Ünverdi ²

¹ Yıldız Teknik Üniversitesi, Elektrik-Elektronik Fakültesi
Elektronik ve Haberleşme Mühendisliği Bölümü, 34349, Beşiktaş, İstanbul
Tel : (212) 259 70 70 / Dahili:2878 Faks : (212) 259 49 67
E-posta: unverdi@yildiz.edu.tr

² İstanbul Teknik Üniversitesi, Makina Fakültesi
Makina Mühendisliği Bölümü, 34437, Gümüşsuyu, İstanbul
Tel : (212) 293 13 00 / Dahili:2710 Faks : (212) 245 07 95
E-posta: unverdi@itu.edu.tr

ÖZET

Akıllı binalardaki asansör sistemleri konusunda son yıllarda önemli adımlar atılmış, bir taraftan bina içinde asansör bekleme süresi azalırken, diğer taraftan asansörün hızının artması, zaman kaybını da azaltmıştır. Asansörlerin hızlı hareket etmelerinin yanında güvenilir ve karşılaşılabilecek sorunlar karşısında çözüm üretecek özelliklere sahip olmaları ve bu tür asansörlerin yaygınlaşması amaçlanmaktadır.

Bu çalışmada, asansörlerin tarihsel gelişimi açıklanmış ve asansörlerde kullanılan iletişim sistemleri irdelenmiştir. Kablosuz iletişim tekniği kullanılarak asansör kabini ile binadaki merkezi birimde, ayrıca kullanıcıların isteğine bağlı olarak binanın katları ve bina sakinlerinin ortak olarak karar vereceği bina dışındaki bir yerde bulundurulacak kablosuz iletişim birimleri arasında iletişimin sağlanmasının, asansörde karşılaşılabilecek arıza durumunda, asansör kabini içinde bulunan kişi ya da kişilerden haberdar olunması açısından önemi değerlendirilmiş ve sistemin iletişim bilgileri analiz edilmiştir.

Anahtar Kelimeler : Asansör, Asansör Mühendisliği, Akıllı Binalar, Kablosuz İletişim, Antenler ve Propagasyon

1. GİRİŞ

Nüfus artışının sonucu olarak yapılan çok katlı binalarda bulunan asansörlerin, her geçen gün gelişen teknolojiye uygun olarak yapılması, inşaat mühendisliğinin yanı sıra makina, elektrik, elektronik, haberleşme, kontrol ve kumanda mühendisliğinin de konunun içinde yer almasını sağlamıştır. Asansör mühendisliğinde, disiplinler arasında işbirliğinin yapılması esastır. Asansör mühendisleri, binaya uygun olan düşey taşıma teknikleri ve iletişim sisteminin seçimi, trafik analizinin kontrolü ve tasarımı, asansör sisteminin montajı ve bakımından sorumludur.

Bu çalışmada, günümüz teknolojileri içinde önemli bir yerde bulunan düşey kaldırma tekniğinin kullanıldığı akıllı binalardaki asansörler, iletişim sistemleri açısından analiz edilmiştir. Çalışmanın 2. Bölümü'nde, asansörün tarihsel gelişimi içinde geçirdiği

aşamalar ve günümüzdeki kullanımı açıklanmıştır. 3. Bölüm’de, iletişim sistemleri ele alınmış ve 4. Bölüm’de, asansör kabini, binadaki merkezi birim, binadaki katlar ve bina dışında belirlenecek bir yerde bulunacak kablosuz iletişim birimleri arasındaki iletişim incelenmiştir. 5. Bölüm’de, elde edilen sonuçlar değerlendirilmiştir.

2. ASANSÖRÜN TARİHÇESİ VE GÜNÜMÜZDE KULLANIMI

İnsanoğlu, eski çağlardan itibaren ağır yükleri kaldırmak için makinalardan yararlanma yollarını araştırmıştır. Arkeoloji alanındaki çalışmalarda, Roma İmparatorluğu zamanında iner - çıkar dolapların olduğu öğrenilmiştir. Ortaçağda bazı manastırlarda, hırsızların içeriye girememesi için basit bir çıkırık yardımıyla işletilen yük asansörüne benzeyen bir aletten yararlanıldığı bilinmektedir. 17. yüzyıldan itibaren İngiltere ve Fransa’da konuyla ilgili çalışmalar yapılmıştır.

Düşey kaldırma sistemlerinin gelişimi, 19. yüzyılda hızlanmıştır. Henry Waterman, 1850 yılında New York’da buhar makinasıyla çalışan ve iki kat arasında gidip gelen yük asansörünü yapmıştır. Elisha Gravers Otis, 1857 yılında insan taşıyan ve güvenlik önlemleri alınmış ilk asansörü New York’daki bir binaya kurmuştur.

Leon Edoux, 1867 yılında ilk güvenli hidrolik kaldırma sistemini gerçekleştirmiş ve bu sisteme *asansör* adını vermiştir. Werner von Siemens, 1880 yılında elektrikle işleyen asansörü insanlığın hizmetine sunmuş ve bu asansörler kısa zamanda yaygınlaşmıştır.

Günümüze kadar asansörlerde kullanılan çeşitli yiv profilleri ve yapım tarzları üzerinde çalışılmıştır. Son yarım yüzyıl içinde, işletme güvenliği, kullanma rahatlığı ve kolaylığını artırıcı yönde, elektrik, elektronik, kontrol, kumanda ve mekanik olarak büyük ilerlemeler kaydedilmiştir. Kasnak ve çekme kayışı olarak kullanılan polimer malzemeler, düşey kaldırma sistemlerinde önemli yer sahibi olmuştur. Asansörlerdeki yeniliklerden birisi de, doğada fazla miktarda bulunan ve oldukça hafif olan alüminyum kabinlerin kullanımınıdır. Panoramik asansörler, özellikle çok yüksek binalarda tercih edilen teknolojiler arasında yer almaktadır.

Asansörlerde, klasik kontrol sistemlerinin yanında bilgisayar teknolojisinin kullanıldığı kontrol sistemlerinde de çalışmalar yapılmaktadır. Asansör kontrolü ve simülasyonu konusunda yapılan çalışmalarda, yapay sinir ağları, bulanık mantık, genetik algoritmaları ve kontrol algoritmalarından yararlanılmaktadır. Bu çalışmalarla asansör performansını belirleyen ortalama bekleme zamanının azaltılması hedeflenmektedir. Yapay zeka çalışmaları yardımıyla asansör kontrol sistemlerinin, günümüzdeki asansör sistemlerine göre daha zeki, öğrenme yeteneğine sahip ve bekleme zamanını minimum hale getirecek sistemler olması beklenmektedir [1, 2].

3. İLETİŞİM SİSTEMLERİ

İletişim sistemlerinde amaç, veriyi kayba uğramadan alıcıya ulaştırmaktır. Ancak, kayıpsız bir iletişim mümkün olmadığı için, minimum düzeydeki kayıpla veriyi göndermek esastır.

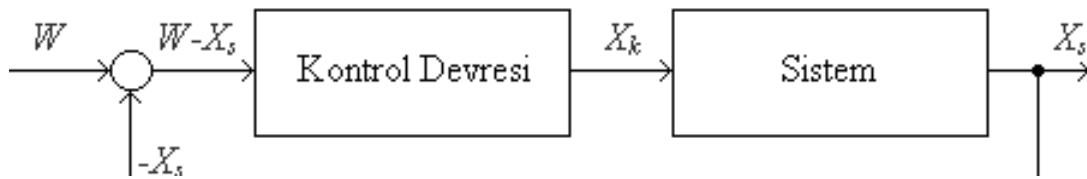
İletişim teknolojileri, kablolu iletişim ve kablosuz iletişim olmak üzere iki ana başlık altında incelenir. Kablolu iletişimde, iletim ortamı olarak, bakır kablo, koaksiyel kablo ve optik fiber kullanılır. Optik fiberler, özellikle iletim kaybının azlığı ve band genişliğinin büyüklüğüne bağlı olarak kapasitesinin fazlalığı nedeniyle, ayrıca hammaddesi olan silisyumun doğada bol miktarda bulunması, elektromanyetik olaylardan etkilenmemesi, az yer kaplaması, güvenilirliği ve maliyetinin düşüklüğü dikkate alınarak aranan iletim ortamları olmuşlardır. Optik fiberlerin kullanıldığı optik iletişim, veri iletimi, telefon ağları, kablolu televizyon sistemleri, entegre optik düzenekler, ulaşım, tıp ve askeri uygulamalar gibi birçok alanda her geçen gün yaygınlaşarak kullanılmaktadır.

Kablosuz iletişimde, iletim ortamı serbest uzaydır ve temel elemanlar, verici ile alıcı olarak çalışan antenlerdir. Kablosuz iletişimdeki iletim kaybı, optik iletişimdeki iletim kaybından daha fazla olmakla birlikte, iletişimin, kablodan bağımsız olarak gerçekleştirilmesi, kullanım rahatlığı getirmektedir.

4. ASANSÖRDEKİ İLETİŞİM SİSTEMİNİN MODELLENMESİ

Asansör sisteminin temel elemanı olan asansör kabini, raylar yardımıyla hareket eder. Asansör kabini, binanın tepesinde bulunan motora bağlanır. Asansör kabininin hızı, kullanılan motorun hızıyla, motorun hızı ise şebeke frekansı ile bağlantılıdır. Motor, PLC (Programmable Logic Controller, Programlanabilir Lojik Kontrol Birimi) ve mikrodenetleyici tarafından kontrol edilir. Asansör kabininden gelen bilgiler, kablo yardımıyla PLC'ye gider ve buradaki lojik işlemlerden geçerek mikrodenetleyiciye ulaşır. Mikrodenetleyici, bu bilgileri değerlendirir ve sıraya koyar. Asansör kabininin hangi katta duracağı, bu sıralamaya göre belirlenir [3].

Asansörlerin, düşey taşıma tekniklerinin kullanıldığı, insan ve yük taşımacılığında yararlanılan sistemler olarak hızlı ve daha da önemlisi güvenilir bir biçimde çalışmalarını hedefler. Şekil-1'de asansörlerde kullanılan kontrol sistemlerinin genel yapısı görülmektedir. Burada, W , bilgi işaretini, X_k , kontrol devresinin çıkışındaki işareti ve X_s ise sistemin çıkışındaki işareti göstermektedir.

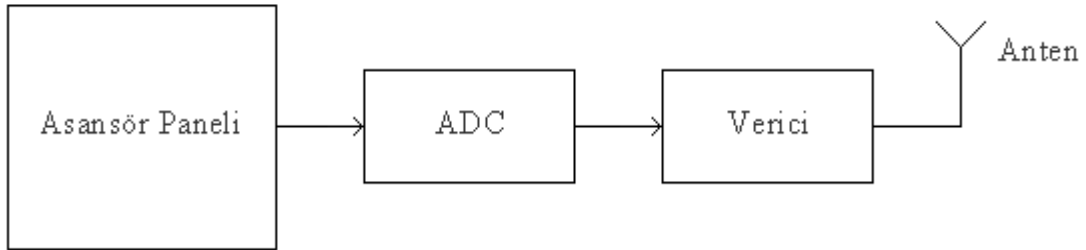


Şekil-1 Asansörlerde kullanılan kontrol sistemlerinin genel yapısı.

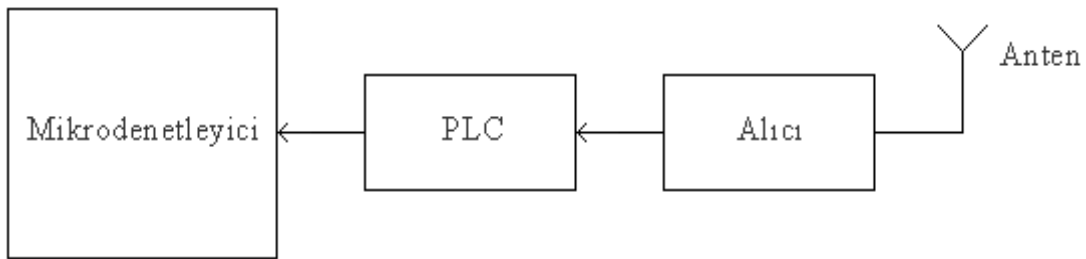
Bu çalışmada, akıllı binalardaki asansör sistemlerinde kullanılacak kablosuz iletişim sistemi analiz edilmiştir. Asansör kabininde ve binadaki merkezi birimde, ayrıca

kullanıcıların isteğine bağlı olarak binanın her katında ve bina dışında uygun görülen bir yerde kurulacak kablosuz iletişim birimleriyle kabin içindeki kişilerin kabin dışındaki kişilerle bağlantı kurmalarını sağlayan sistem modellenmiştir.

Asansör sisteminde meydana gelecek arıza durumunda, söz konusu kablosuz iletişim birimlerinin yer aldığı yerlerdeki kişilerin konudan haberdar olmaları ve çözüm bulmaları gündeme gelir. Asansör panelinde açma - kapama düğmesi kullanılarak antenin verici ve alıcı olarak kullanılması sağlanır. Şekil-2'de, asansör sistemindeki verici ve alıcı katları bulunmaktadır. Sistemin verici katında, asansör panelinden gelen analog işaret, ADC (Analog to Digital Converter, Analogdan Sayısal Dönüştürücü) ile sayısal işarete dönüştürülür ve verici biriminden geçerek anten yardımıyla alıcı antene gönderilir. Sistemin alıcı katında ise, verici katından gelen işaret, anten ile alınır, alıcı biriminin ardından önce PLC, sonra da mikrodenetleyicide değerlendirilir ve asansör sistemindeki sorun çözülmeye çalışılır. Asansör paneli ile alıcı katındaki mikrofon ve hoparlör sistemi yardımıyla ses iletişimi sağlanır.



a) Verici Katı

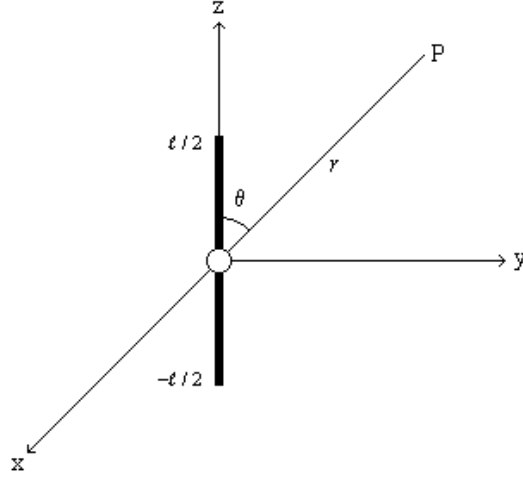


b) Alıcı Katı

Şekil-2 Asansör sistemindeki verici ve alıcı katları.

Bu çalışmada, asansör sisteminin iletişim boyutunu meydana getiren anten ve propagasyon bilgileri büyüteç altına alınmıştır. Sistemdeki 2.4 GHz frekansında çalışan yarım dalga dipol anten ve propagasyonu incelenmiştir [4, 5]. 2.25 (inch) (=5.715 (cm)) uzunluğunda, lineer düşey polarizasyonlu, 50 (Ω)'luk empedansı olan anten ele alınmıştır. Antenin dalga boyuna göre boyu, $\frac{\ell}{\lambda} = 0.4572$ 'dir. Bu değer, modellemede

0.5 olarak alınarak, antenin yarım dalga dipol anten olduğu kabul edilmiştir. Yüksek frekanslarda anten boyunun küçük olması, antenin az yer kaplaması bakımından önemli



Şekil-3 Dipol anten.

bir avantajdır.

Sistemde kullanılan dipol anten Şekil-3’de yer almaktadır. Ortasından beslenmiş ℓ boyundaki dipol antenin P noktasındaki elektrik alan bağıntısı,

$$E_{\theta} = \frac{j \eta I_m e^{-j\beta r}}{2 \pi r \sin \theta} \left[\cos\left(\frac{\beta \ell}{2} \cos \theta\right) - \cos\left(\frac{\beta \ell}{2}\right) \right] \quad (1)$$

dir [6]. Burada, η , ortamın empedansı, I_m , akımın maksimum değeri, β ise, faz sabitidir. Yarım dalga dipol anten için, (1) eşitliği,

$$E_{\theta} = j \frac{60 I_m}{r \sin \theta} e^{-j \beta r} \left[\cos\left(\frac{\pi}{2} \cos \theta\right) \right] \quad (2)$$

olur; buradan da,

$$|E_{\theta}| = 60 \frac{I_m}{r} \frac{\cos\left(\frac{\pi}{2} \cos \theta\right)}{\sin \theta} \quad (3)$$

olarak ifade edilir.

Gerilimin maksimum değeri ile akımın maksimum değeri arasında

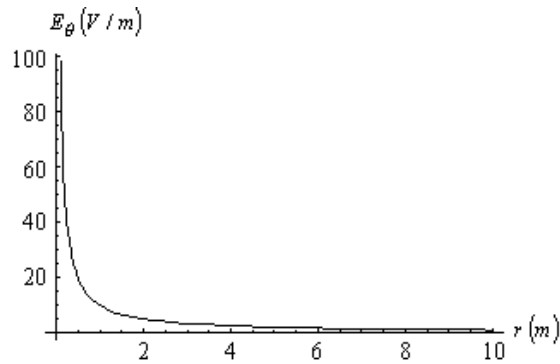
$$\frac{V_m}{I_m} = -j Z_0 \quad (4)$$

ilişkisi vardır. Modellemede, (4) eşitliğindeki V_m değeri 12 (V), Z_0 değeri de yarım dalga dipolün özempedans değeri olan $Z = 73+j42.5 (\Omega)$ 'un reel kısmı olarak alınır ve bu durumda, akımın maksimum değeri,

$$|I_m| = \frac{V_m}{Z_0} = 0.164 \text{ (A)} \quad (5)$$

olarak elde edilir.

Elektrik alan, maksimum değerine $\theta = \frac{\pi}{2}$ 'de ulaşır. Bu θ değeri ve $|I_m| = 0.164 \text{ (A)}$ değeri için E_θ 'nın r uzaklığına göre değişimi, Şekil-4'de görülmektedir.



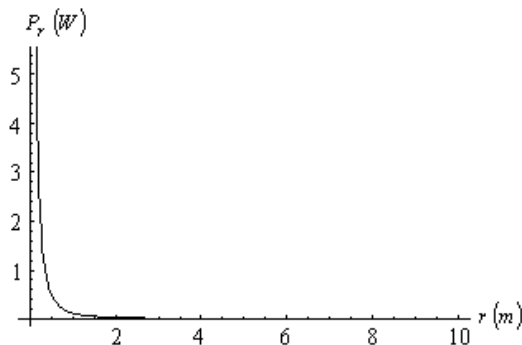
Şekil-4 $\theta = \frac{\pi}{2}$ için elektrik alanın uzaklığa göre değişimi.

Yarım dalga dipol anten için ortalama güç yoğunluğu, Poynting vektörü ve (3) eşitliği yardımıyla,

$$P_r = \frac{15 I_m^2}{\pi r^2 \sin^2 \theta} \left[\cos \left(\frac{\pi}{2} \cos \theta \right) \right]^2 \quad (6)$$

olarak bulunur.

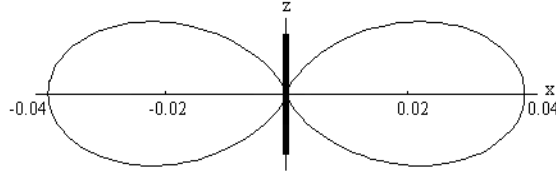
Ortalama güç yoğunluğunun maksimum değerini aldığı $\theta = \frac{\pi}{2}$ için, $I_m = 0.164 \text{ (A)}$ olması koşulunda, r uzaklığına göre değişim Şekil-5'de yer almaktadır.



Şekil-5 $\theta = \frac{\pi}{2}$ için ortalama güç yoğunluğunun uzaklığa göre değişimi.

Yarım dalga dipol antenin yarım güç huzme genişliği, (6) eşitliğinde yer alan ortalama güç yoğunluğu yardımıyla bulunur. Gücün maksimum değerinin yarıya düştüğü doğrultular arasındaki açı yarım güç huzme genişliğini verir; bu değer, yarım dalga dipol anten için 78° 'dir.

Şekil-6'daki antenin ışınma diyagramından, maksimum ışınmanın $\theta = \frac{\pi}{2}$ 'de olduğu görülmektedir.



Şekil-6 Yarım dalga dipol antenin ışınma diyagramı.

Yarım dalga dipol antenden ışınan toplam güç,

$$W_T = 15 I_m^2 \text{Cin}(2\pi) \quad (7)$$

eşitliği yardımıyla $W_T = 0.98 \cong 1$ (W) olarak elde edilir.

Antenin ışınma direnci,

$$R_{i\gamma} = \frac{2 W_T}{I_m^2} \quad (8)$$

eşitliğinden yararlanılarak $R_{i\gamma} = 73.11$ (Ω) olarak bulunur.

Antenin yöneltiliği,

$$D = \frac{\eta F_{\max}(\theta)}{\pi R_{i\gamma}} \quad (9)$$

dır. Burada,

$$F(\theta) = \frac{\left[\cos\left(\frac{\beta \ell}{2} \cos \theta\right) - \cos\left(\frac{\beta \ell}{2}\right) \right]^2}{\sin^2 \theta} \quad (10)$$

olduğuna göre, $F_{\max}(\theta)=1$ olarak bulunur. (10) eşitliğinden, serbest uzayın karakteristik empedansı olan $\eta=120\pi$ (Ω) değeri ve (8) eşitliği yardımıyla bulunan antenin ışıma direnci $R_{iř}=73.11(\Omega)$ değeri göz önünde bulundurularak, antenin ynelticiliği, $D=1.64=2.15$ (*dBi*) olarak elde edilir.

Antenin verimi,

$$e = \frac{R_{iř}}{R_{iř} + R_k} \quad (11)$$

eşitliği ile bulunur. Burada, $R_{iř}$, antenin ışıma direnci, R_k ise antenin kayıp direncidir. Yarım dalga dipol antenin ışıma direnci, (8) eşitliği yardımıyla $R_{iř}=73.11(\Omega)$ olarak elde edildiğine göre, verimin hesaplanmasında antenin kayıp direncinin bulunması gerekir. Antenin kayıp direnci,

$$R_k = \frac{\ell}{\sigma 2\pi a \delta} \quad (12)$$

dır. Burada, σ , antenin iletkenliğini, a , antenin yarıçapını ve δ ise etkin derinliği ifade eder. μ , antenin bulunduğu ortamın manyetik geçirgenliği ve ω , açısal frekans olmak üzere, etkin derinlik,

$$\delta = \left(\frac{2}{\omega \mu \sigma} \right)^{1/2} \quad (13)$$

formundadır. Bu durumda, bu çalışmada analiz edilen alüminyumdan yapılmış olan 2.25 (*inch*) (=5.715 (*cm*)) uzunluğunda ve 5 (*mm*) yarıçapındaki yarım dalga dipol antenin verimi, alüminyumun iletkenliği olan $\sigma=4 \times 10^7$ (*S/m*) değeri dikkate alınarak, % 99.9 olarak elde edilir ve antenin yapımında kullanılan alüminyumun uygun bir malzeme olduğu görülür.

5. SONUÇLAR

Asansörler, gerek insan, gerekse yk taşınmasında insanlığa hizmet eden sistemler olarak özellikle çok katlı binalarda kullanılmaktadır. Günümüzde akıllı binalarda, bilgisayar sistemli yönetim sayesinde bina içinde asansör bekleme süresi azalmış ve asansörün hızı artmıştır.

Bu çalışmada, günümüz teknolojileri içinde önemli bir yerde bulunan asansör sistemleri ele alınarak asansör ile merkezi birim arasındaki iletişim incelenmiştir. Asansör kabini ile kontrol birimleri arasında kablo ile gerçekleştirilen iletişimin kablosuz olarak yapılması konusu değerlendirilmiştir. Asansör kabininde bulundurulacak kablosuz

iletişim birimi yardımıyla kabinde ve binadaki merkezi birimin yanında kullanıcıların isteğine bağlı olarak binadaki her katta ve bina sakinlerinin ortak olarak karar vereceği bina dışındaki bir yerde bulundurulacak kablosuz iletişim birimi arasında sağlanacak iletişim irdelenmiş ve analizin, asansörde meydana gelecek arıza durumunda, asansör kabinindeki kişi ya da kişilere yardım edilmesi konusunda önem arz ettiği vurgulanmıştır.

Asansör kabininde, binadaki merkezi birimde ve konuyla bağlantılı yerlerde bulundurulacak kablosuz iletişim birimleri modellenerek sistemde yararlanılan dipol anten ve propagasyonu analiz edilmiş, elektromanyetik özellikleri değerlendirilmiş ve anten parametreleri belirlenmiştir. Modellemede kullanılan dipol antenin gücünün maksimum değerine $\theta = \frac{\pi}{2}$ 'de ulaştığı ve fiziksel mekanizmanın sonucu olarak, kaynaktan uzaklaştıkça gücün azaldığı görülmüştür.

6. KAYNAKLAR

- [1] G. R. Strakosch, *The Vertical Transportation Handbook*, ISBN: 0-471-16291-4, John Wiley & Sons Inc., New York, 1998.
- [2] G. Barney, *Elevator Traffic Handbook, Theory and Practice*, ISBN: 0-415-27476-1, Spon Press, New York, 2003.
- [3] G. C. Barney, Loher AG, *Elevator Electric Drives*, ISBN: 0-13-261462-6, Ellis Horword Limited, West Sussex, 1990.
- [4] D. K. Cheng, *Field and Wave Electromagnetics*, ISBN: 0-201-10132-7, Addison - Wesley Publishing Company, Massachusetts, 1983.
- [5] C. A. Balanis, *Advanced Engineering Electromagnetics*, ISBN: 0-471-50316-9, John Wiley & Sons Inc., New York, 1989.
- [6] C. A. Balanis, *Antenna Theory*, ISBN: 0-471-59268-4, John Wiley & Sons Inc., New York, 1997.