

DOĞA, HABERLEŞME VE MÜHENDİSLİK (*)

Mustafa ÖZDENİZ (**)

ÖZET

Bu yazıda; haberleşmenin genel karakteri, doğanın insan kültürü (dolayısıyla haberleşme sistemleri) üzerindeki etkisi, teknolojik gelişmeyle haberleşme sistemleri arasındaki bağıntı ve bu olayda mühendisin rolü, özetle, gözönüne serilmek istenmiştir.

Yazıya; doğa, insan ve insan kültürünün haberleşmesiyle ilgili konulardaki etkileşimlerinin dökümüyle sibernetik açıdan bir yorumu gözüyle bakılması, sanırım, daha yerinde olur.

(*) Yazının hazırlanması sırasında geni; bir kesime hitap etmesi amacı benimsendiğinden kullanılacak terimlerin dikkatli seçilmesine ve sade bir şekilde anlatılmasına gayret edilmiştir. Bu süreç içerisinde, Türkiye'deki çeşitli teknik öğretim kurumları arasında aynı konu üzerinde de mevcut, zaten farkında olduğumuz, terim kargaşası kendini hissettirmiştir.

Mühendislerimizin aynı kavram üzerinde de konuşmalar birbirlerinin dillerinden anlamamaları şeklinde bir sonuç doğuran bu hal üzerine dikkat çekmek istemekte ve konuyla ilgili kuruluşlarımızdaki sorumluların ilgilenererek çözümü yolunda ortak adımlar atmaları şeklindeki temennilerimizi belirtmekte yarar görmekteyiz.

(**) Yıldız Üniversitesi Mühendislik Fakültesi -Yıldız- İstanbul Bilgisayar Bilimleri Mühendisliği Bölümü

GİRİŞ

Yer yüzünde bütün canlılar, türlerine tanınmış çerçeve içerisinde kendi aralarında, çok sınırlı olarak diğer türlerle (I) ve doğayla (ışık, ses, ısı, koku, tad algılayarak) haberleşme suretiyle davranış gösterirler. Canlılar arası haberleşme çok büyük ölçüde akustiktir. Burada söz konusu olan haberleşme sistemi; mekanik titreşimler üreten bir verici (ses telleri, dil, ağız), havanın oluşturduğu bir iletim ortamı ve ses titreşimlerini algılayan bir organdan (kulak) oluşmuştur. Sistem bio-akustik olmakla birlikte haberleşme sistemlerinin genel karakterini ortaya koyan ana örnektir. (Şekil-1) Yani en genel halde bir verici, bir iletim organı ve bir alıcı söz konusudur.



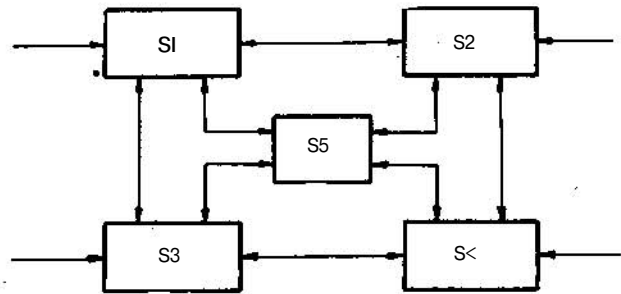
Şekil -1 : Tek yönlü iletişim sistemi

Diğer canlılara nazaran insanda haberleşme özelliğinin çok ileri bir seviyede olması; insanın; çıkardığı sesleri fonetik bakımdan değerlendirip bunlara birer anlam verebilecek ve bu özelliği de öğrenme olayıyla birlikte kullanmasını sağlayabilecek bir beyne sahip olmasındadır. (A)

HABERLEŞMENİN ÖNEMİ

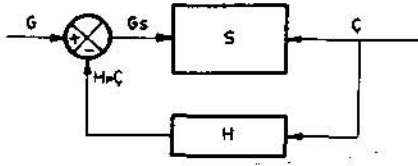
Birarada yaşamak, yaşamın gerektirdiği ihtiyaçları karşılamak ve hayat şartlarını iyileştirmek söz konusu olduğuna göre; kişiler, toplumlar, genel olarak insan ihtiyaçlarını karşılamak üzere geliştirilmiş ve geliştirilmekte olan makinalarla insanlar (veya tersi), makinalarla makinalar arası haberleşme gündeme gelmektedir.

İlgili birime bilgi iletmek ve bu bilginin amacına ulaşım ulaşılmadığı karşıt bilgisine göre bir davranış göstermek hep sürekli haberleşmeyle (bilgi iletişimi) birtakım etkileşimler (interaction) kurmaya bağlıdır. (Şekil - 2-a) Genel olarak, bir işlevi yapmakta olan herhangi bir sistemi meydana getiren ünitelerin birbirinden bağımsız ve rastgele çalışmamaları, yani işleyiş bakımından birbirleriyle irtibatlı olmaları (ana sistemin sonucu ulaşması amacıyla programlanmış, tasarlanmış olarak) gerekmektedir. Aynı zamanda sistemin, ürettiği sonuca bakarak kuruluş amacına uygunluğu denetleyip çalışma şeklinde birtakım değişiklikler yapabilme esnekliğine de sahip olması gerek-



Şekil - 2-a : Sistemler veya sistem üniteleri arasındaki etkileşimler

tiği de düşünülmelidir ki bu, geri-besleme (feed-back) adıyla alınır. (Şekil - 2-b) Zaten bunların sonucu da bir uyuşum ve denge durumudur. (B)



Şekil - 2-b : Geri-beslemeli sistem

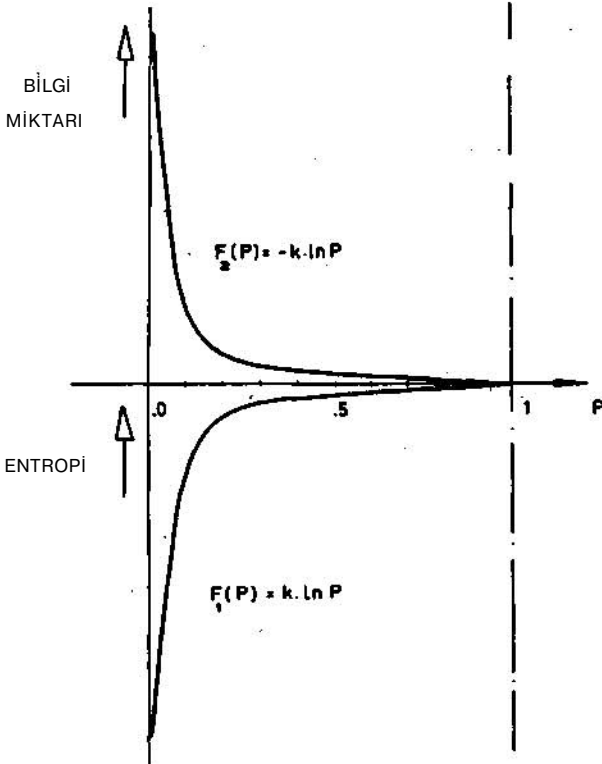
Toplumsal gelişme de (hem sosyal hem de ekonomik bakımdan) haberleşmenin ne derece geniş kapsamlı ve sıhatli yapıldığıyla orantılı olacak şekilde artacaktır. Günümüzde herhangi bir toplumda kişi başına düşen haberleşme imkânları miktarının toplumsal gelişmenin bir ölçüsü olmuştur da bu görüşü doğrulamaktadır.

DOĞANIN ROLÜ

Doğanın insan kültürü (2) üzerinde daima bozucu etkisi olmuş ve olacaktır. Yani doğanın, insanoğlunun vücudunda getirdiği eserleri tahribedici bir etkisi vardır.

Termodinamiğin ikinci prensibinde ifade edildiği üzere, (kapalı bir sistem gibi gözönüne alınabilmesi şartıyla) evrende entropi sürekli artmaktadır. Termodinamiğin birinci prensibine göre ise evrende toplam enerji sabittir.

Bilindiği gibi, entropi termodinamikte herhangi bir halin olasılığına bağlı olarak ifade edilebilir : (Şekil - 3)



Şekil - 3 : Entropi ve bilgi miktarının matematik-istatistik tanımlarına dayalı çizimleri

$$S = k \cdot \ln P$$

Burada; k : Boltzman sabitesi, P : olasılık'dır.

Entropi ifadesi bu şekildele doğa olaylarının bir yönlü, yani entropinin artacağı yöndeki eğilimlerini daha açık gösterir. Gerçekten I halinden II haline geçilen bir olayda entropi değişikliği;

$$\Delta S = S_2 - S_1 = k \cdot (\ln P_2 - \ln P_1) = k \cdot \ln (P_2/P_1) \text{ olacaktır.}$$

Tecrübeler doğa olaylarının kendi kendine, ancak, yeni halin ihtimalinin önceki haldekinden büyük veya ona eşit olacağı yönde geliştiğini gösterdiğinden $\Delta S > 0$ olur. (C) Sonuç olarak şu söylenebilir : Evrende herşey genel olarak, yüksek enerji seviyeli durumlardan daha olasılıklı olan alçak enerji seviyeli durumlara doğru bir akış (geçiş) halindedir. (S) İnsanoğlu bu olaya karşıt davranış dizisiyle yaşamını sürdürmektedir. Yani yüksek enerji seviyeli ya da düşük olasılıklı durumlar elde etme yolunda gayret içerisinde.

Şüphesiz yüksek enerji seviyeli ve düşük olasılıklı haller düşük enerji seviyeli ve yüksek olasılıklı hallere göre daha çok bilgi içerirler. (4)

Yani doğa düzenliyi bozucu, anlamlıyı yok edici bir etkiye sahiptir. Çünkü evren bir düzensizlik artışı içerisindedir. Başka bir deyişle meselâ, doğanın kucağından alınarak şekil verilmiş bir kaya parçası zamanla zamanla şeklini kaybederek işlenmemiş emsallerine benzeme yoluna gider. Bu bir çeşit ilkele dönüşür. Mühendislik sistemleri gibi genellikle dinamik olan sistemlerde bu süreç daha da hızlıdır.

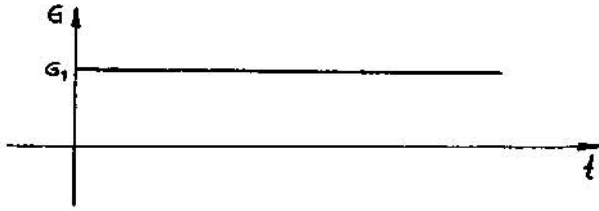
MÜHENDİSLİK AÇISINDAN GÖRÜNÜŞ

Mühendisliği biz insan kültürünün maddi yanını bina eden bir kavram olarak görüyoruz. Mühendis daima; doğaya, onun bahşettiği malzemelerden yararlanıp bilgi, beceri ve hayal gücünde kullanarak birtakım atıklarda bulunmak suretiyle, insan ihtiyaçlarını karşılamaya yönelik eserler meydana getirme çabası içerisinde. Bu ise daha önce üzerinde durduğumuz entropi akışına terstir. Yani mühendis doğanın düzenliyi bozma ve anlamlıyı yokeşme eğilimine karşı bir mücadele içerisinde. Bu mücadelede mühendisin şanslı yanı doğanın blöf yapmıyışdır. Diğer bir deyişle doğa mühendise karşı dürüst bir rakiptir, göstermekte olduğu ya da ileride gösterebileceği davranış genel olarak belirlidir ve entropiyasyonla tahmin edilebilir.

Haberleşme ve otomasyon mühendisliği açısından da durum farklı değildir. Haberleşme genel olarak, bir bildiri (mesaj) bir yerden diğerine iletilmesi (communication) olduğuna göre; haberleşme sürecinde bildiri işareti (signal), bozulma (distortion), zayıflama (attenuation), vb. gibi doğal tahribatın etkisine bağlı kalır.

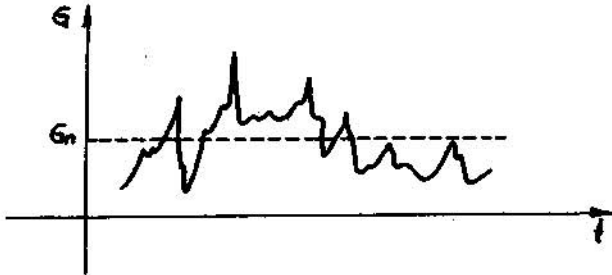
Haberleşmede bildiri işareti dizilerine entropik açıdan bakılabilir. Çünkü bir bildiri işaretinde işaret seviyesinin

herhangi bir anda herhangi bir seviyeyi alabilme olasılığı söz konusudur. Entropi nasıl düzensizliğin bir ölçüsüyse bildiri işaretinin taşıdığı bilgi miktarı da (information) düzenliliğin bir ölçüsüdür. Buna göre, bildiri işaretinin taşıdığı bilgi miktarı entropisinin negatifi olarak alınabilir. (Şekil - 3) (4) Ya da başka bir deyişle, bir bildiri işaretinin olasılığı ne kadar yüksekse taşıdığı bilgi miktarı o kadar az ve tersi halde ise o kadar çok olacaktır. (Şekil - 4)



Şekil - 4-a : Olasılığı yüksek (= 1) bildiri işareti

Haberleşme tekniğinde; sürekli aynı seviyeyi koruyan bir işaret hiçbir bilgi taşımıyor demektir. Halbuki Şekil-4-b' de görüldüğü üzere analog anlamda sonsuz işaret seviyesine sahip, yani herhangi bir anda herhangi bir seviyeyi alması olasılığı çok küçük olan diğer örnek ise bilgi taşıma bakımından çok zengindir. (E)



Şekil - 4-b : Olasılığı düşük (< 1) bildiri işareti

Bir haberleşme sistemi, üzerine düşen görevi yerine getiriyorsa, yani doğanın bozucu etkilerine (malzeme, çevre ve yapıdan gelen gürültüler, distorsiyon ve zayıflama) rağmen, iletilen bilgi alıcı tarafın vericinin kastettiği davranışı göstermesine sebep oluyorsa düzenli çalışıyor demektir. Bu düzenlilik de dışarıdan (bir kaynakla beslenerek, belirli aşamalarda kuvvetlendirilerek, arındırılarak) tesis edilen bir düzenliliğdir. Yani haberleşme sistemleri açık sistemlerdir. Bir başka deyişle, düzensizlik içerisinde dıştan tesis edilmiş bir düzenliliğe sahip, kısmi düzenli sistemlerdir ve dolayısıyla bozulmağa mahkumdurlar.

HABERLEŞME SİSTEMLERİ AÇISINDAN GÖRÜNÜŞ

Malzeme, mesafe, ortam şartları ve amaç haberleşme sistemlerinin çatışma ve dizaynında en önemli kriterlerdir.

Günlük tecrübelerimiz ile mesafenin haberleşmedeki önemini hepimiz farketmişizdir. Bilgi iletim ortamlarımız

hiçbir zaman süper iletken değildirler. Dolayısıyla iletilmekte olan bilgi bozulmaya ve zayıflamaya uğrayacaktır. Pratik olarak bu olayın incelenmesi; S/N (işaret/gürültü) oranının teşkiline ve çeşitli noktalardan yapılan ölçümlerin oranlanmasıyla mümkündür.

İletişim hatlarında S/N oranının anlaşılabilirliğin kaybolmaya başladığı ve C.C.I.T.T. (5) tarafından standartlaştırılmış bir seviye altına düşmesi halinde filtre ve kuvvetlendiriciler kullanılmaktadır. Mesafe büyüdükçe güçlükler artacaktır. Dolayısıyla güvenilirliği arttırmak ve kurulu bir iletim hattından optimum faydalanabilmek için teknikler; N.G.B., çeşitli modülasyon uygulamaları ve çoğu lama teknikleri (T.D.M., F.D.M.) (6) geliştirilerek uygulamaya konulmuştur. (F)

Amaç bilginin, değerinden kaybetmiyerek (mümkün olduğunca az kaybederek) olabildiğince uzaklara iletilmesi olunca; analog metodlardan vazgeçilmeğe, taşıyıcı frekansı yükseltilemeğe, yeni ve düşük kayıplı iletim ortamları aranıp tasarlanmağa başlanmıştır. Anlaşılacağı üzere, bütün bu çalışmalar amaç ve ihtiyaçlarımıza sınırlamalar koymuş olan doğaya karşı yapılmaktadır, önemli olan nokta ise, bu çalışmalar için gerekli malzemenin yine doğadan temin edildiği ve insan aklı aracılığı ile de işlendiğidir.

TEKNOLOJİK GELİŞME AÇISINDAN GÖRÜNÜŞ

İmalat tekniğinde ve elektro-mekanizasyondaki gelişmeler ile; olurluk, ne yapacağını, nasıl yapacağını (7) tayin etme tekniklerinin geliştirilerek uygulanmaya konulması ikinci dünya savaşı sonrası bir teknolojik patlama (2. sanayi devrimi) getirmiştir. Bundan en fazla payını alan da kanımızca elektronik ve haberleşme ile otomasyon teknolojileridir.

Haberleşmede son zamanlarda digital teknolojilere kayış; A/D (analog-digital çevirici)'lerin uygulanmaya konulması, P.C.M. (8) gibi digital modülasyon türlerinin geliştirilmesi ve bir işlem elemanı olarak bilgisayarların haberleşme sistemlerine dahil edilmesi sonuçlarını doğurmuştur.

Taşıyıcı frekansının yükseltilmesiyle de omni-directional (her yöne) yayın yerine directional (yönlendirilmiş) yayınlar yapılabilmesi, bir frekans bandından birkaç defa faydalanabilmesi (yönlendirilmiş yayın sonucu ki henüz üzerinde çalışılmaktadır) mümkün olmuştur. Bunun sonucunda da uydu (satelite) haberleşmesi ve uzak iki nokta arasında uydu aracılığıyla bağlantı yapılabilmıştır.

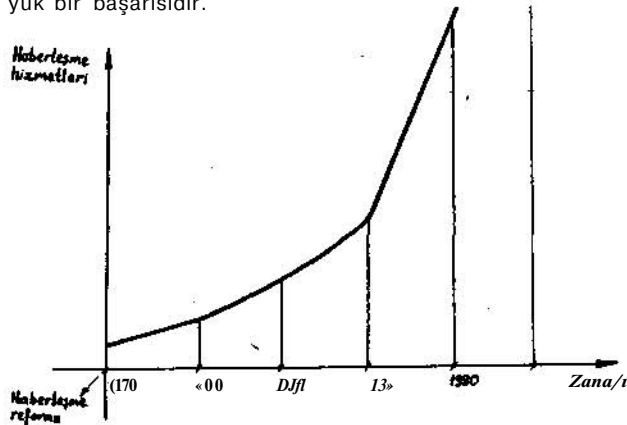
Uyduların yörünge kararlılıklarının artırılması, koder ve dekoderlerdeki gelişmeler ve regenerasyon (9) tekniklerinin geliştirilmeğe çalışılması ve uydu - uydu (yani makina - makina ki bunlar geri - besleme ile kararlılıklarını kontrol altında tutabilmektedirler) haberleşmesinin mümkün kılınması suretiyle de birbirini tek uydu aracılığıyla göremeyen uzak iki istasyon arasına kurulması gereken ve maliyeti arttırıp hassasiyeti azaltan ara istasyonun kaldırılmasını mümkün kılacaktır. Bu, doğaya rağmen makina - makina haberleşmesinin çok ileri bir seviyede sağlanmaya çalışılması demektir.

Henüz 20 yıllık bir geçmişi olmakla birlikte uydu haberleşmesi hızla gelişmiş ve ekonomik olmamasına rağmen arzulan yeni haberleşme hizmetlerinin uygulamaya konmasına yolaçmıştır. Uydu haberleşmesi; aynı zamanda, geniş kapsamlı, güvenli (% 99.9), çok düşük gürültülü ($G/T = 40 \text{ dB/}^\circ\text{K}$), büyük band genişliği (500 MHz) ve masrafı mesafeye bağlı olmayan tek çok kanallı sistem olma özelliklerini taşımaktadır. (G) Bu da baştan beri bahsettiğimiz mücadelede yabana atılmayacak mesafeler katedildiğini örneklemektedir.

Bu gelişmeler, ihtiyaçlar ve arzu edilen hizmetleri sağlayacak şekildeki sistemleri (bazen fantastik olmakla beraber) gerçekleştirme fikri malzeme (doğal olarak) bakımından sınırlamalarla karşılaşmaktadır. Yarı iletkenler elektronisinde kullanılan malzemeler zamanla hem daha uygun olanlara doğru (Ge, Si, GaAs, GaAlAs), hem de daha uygun imalat teknolojilerine doğru gelişmiştir (Alaşım, Epitaksiyal diffzyon, M.O.S. (io) teknikleri). Sistemlerin karmaşıklığının artmasıyla da tümeleşik (entegre) devreler geliştirilip, ICI, LSI ve VLSI (11) devreleri, kullanılmaya başlanmıştır. Bu gelişmeler örnekleme ve modülasyon işlemleri için gereken anahtarlama (circuit-switching) süresinin ns'ler mertebesine düşmesini sağlamıştır. Bunun sonucunda da çok yüksek bilgi işlem hızlarına ulaşılabilmektedir. (H)

İletişim ortamı bakımından da durum, doğanın nimetlerinden akıl vasıtasıyla yararlanarak doğaya karşı mücadele veren insan (mühendis) tarafından olumlu yola sokulmuştur. Şöyle ki: gürültü, zayıflama ve diyafonisi minimum, band genişliği yüksek, uygun dielektrik malzemeleri içeren kablo türleri, dalga klavuzları geliştirilmiş ve son olarak da haberleşmede ışık demetlerinden yararlanma (Laser ve L.E.D. (12) teknolojileri) yolları açılmıştır.

Bütün bu çalışma ve gelişmelerin sonucu olarak, 1870'li yıllarda telgrafla başlayan haberleşme reformunun bugüne kadar sağladığı aşama (Şekil - 5) yardımıyla insan; ses, şekil, iki boyutlu hareketli görüntü, digital veya analog veri iletimi, tele kumanda, tele ölçme, tele magazin, tele bilgisayar, vb. hizmetlerden yararlanarak refahını, bilimsel ve teknolojik seviyesini giderek hızlanan bir tempoyla arttırmaktadır. Zannediyoruz ki bu da mühendisliğin büyük bir başarısıdır.



Şekil - 5 : Haberleşme hizmetlerinin zamanla değişimi

SONUÇ

Özetleyecek olursak haberleşme mühendisleri, insanın tüm fonksiyonlarını; bilgi, ses, görüntü, iletme çabasındadırlar. Belki de bu çabanın altında insanın kendisinin haberleşme sistemleri aracılığıyla (madde-enerji ikilemi düşünülürse) iletilmesi şeklinde gizli bir amaç yatmaktadır ki ileride fırsat olursa bu konuda fikrimizi belirtmek isteriz.

Bunları yaparken insan kendi yapısına uygun fakat doğanın entropik akışına ters sistemler tasarlamamaktadır. Böylece daha önce de bahsettiğimiz gibi insan ve onun tasarladığı sistemler yıpranmaya ve ölüme mahkumdurlar.

- (1) Diğer türlerle haberleşmeden, saldırma, savunma, vb. güdülerini uyaran davranışları doğuran haberleşme kastedilmektedir.
- (2) Burada, insanoğlunun tabiata yaptığı maddi ve manevi katkıların tümü kültür olarak anılmaktadır.
- (3) Ancak açık sistemlerde (dışarıdan enerji alışverişinde bulunan) bazen bunun tersi bir davranış görülebilir de bu geçici olmağa mahkumdur. Çünkü böyle sistemler de genel akışa tabi olan lokal kabarcıklardır ve bunun sonucu olarak da sonludurlar.
- (4) C.E. SHANON "The Mathematical Theory Of Communication" adlı eserinde bilginin, entropi ve olasılıkla olan ilişkisini ortaya koymuştur.
- (5) C.C.I.T.T. : Committee Consultative Internationale de Telegraphie et Telephonie.
- (6) N.G.B. : Negatif geri besleme, T.D.M. : Time division multiplexing, F.D.M. : Frequency division multiplexing
- (7) Fizibilite, Know-wath, Know-how teknikleri
- (8) P.C.M. : Pulse code modulation : Darbe kodlama modülasyonu
- (9) Regenerasyon : Alman işaret içerisinden bildiri işaretinin yeniden elde edilerek arındırılması ki üzerinde henüz çalışılmaktadır.
- (10) M.O.S. : Metal oxide semiconductor
- (11) I.C.I. : Integrated circuit, L.S.I. : Large scale integration, V.L.S.I. : Very large scale integration
- (12) L.E.D.: Light emitting diode

KAYNAKLAR

- (A) Wiener N, Cybematics And Society, 1948
- (B) Şen N., Sistemler Dinamiği, 1978
- (C) Feynman R.P, Leighton R.B, Sands M., Lectures On Physics, 1970
- (D) Schvartz M, Information Transmission, Modulation And Noise, 1970
- (E) Guiaşu S. Information Theory With Applications, 1970
- (F) Yılmaz M, Telekomünikasyon Tekniği, 1978
- (G) İnce N, İletişim Ve Bilişimde Bilimsel Ve Teknolojik Gelişmeler, Doğa - özel Sayı, 139 - 172, 1981
- (H) Ataman A, Yarı - iletkenler Elektronigi, 1977