

## Avrupa Uzaktan Radyo Laboratuvarı: ERRL

**Nergiz Ercil Çağıltay<sup>1</sup>, Elif Aydın<sup>2</sup>, Mehmet Efe Özbek<sup>2</sup>, Ruşen Öktem<sup>2</sup>, Ali Kara<sup>2</sup>**

<sup>1</sup> Atılım Üniversitesi, Bilgisayar Mühendisliği Bölümü, 06836, Ankara

<sup>2</sup> Atılım Üniversitesi, Elektrik Elektronik Mühendisliği Bölümü, 06836, Ankara

nergiz@atilim.edu.tr, eaydin@atilim.edu.tr, meozbek@atilim.edu.tr, rusen@atilim.edu.tr, akara@atilim.edu.tr

**Özet:** Radyo haberleşmesi alanındaki dersler, endüstride kullanılan haberleşme, güvenlik sistemleri ve savunma sistemleri gibi bir çok uygulama için temel bir altyapı oluşturmaya yönelik konuları içermektedir. İlgili sektörlerin bu alanında çalışan mühendis ve teknik elemanların radyo haberleşmesi konularında pratik ve teorik bir altyapıya sahip olmaları çok önemlidir. Mesleki eğitim veren bir çok okulda teorik olarak bu konuları işleyen dersler verilmektedir. Ancak personel gereksinimleri ve yüksek maliyet nedeniyle, ülkemizde ve dünyada, bu konularda laboratuvar ortamında uygulama yapılabilen dersler ve okulların sayısı sınırlıdır. Bir çok mesleki eğitim kurumu bu tür donanımlara ve laboratuvarlara sahip olabilecek durumda değildir. Bu çalışmada, Atılım Üniversitesi tarafından kurulmuş olan bir radyo haberleşmesi laboratuvarına yedi gün/24 saat uzaktan kullanıma yeteneği kazandırarak uzaktan eğitim ortamı oluşturma projesi ele alınmaktadır.

**Anahtar Kelimeler:** Uzaktan Laboratuvar, Uzaktan Eğitim, Radyo Laboratuvarı

**Abstract:** Radiocommunication courses include topics that aim to form a background for industrial communications, security, defense and surveillance applications. The engineers and other technical personnel working for related fields should have both theoretical background and practical (hands-on) experience in radiocommunications. Most of the related educational institutions offer those courses, which provide theoretical background. However, such courses often lack the practical training in a suitable laboratory environment due to high cost of such laboratories and shortcoming of experienced personnel. Most of the vocational education institutes cannot afford to establish radiocommunications laboratories and equipments. This work presents the remote radiocommunications education project by enabling 7/24 access to Radio Systems Laboratory of Atılım University.

**Keywords:** Remote Laboratory, Distance Learning, Radiocommunications Laboratory.

### 1. Giriş

Sabit ve gezgin radyo haberleşme sistemleri son yıllarda gerek sivil gerekse askeri alanlarda büyük gelişme göstermiş ve geniş kullanım alanı bulmuştur. Bu sistemlerin kurulması, işletilmesi ve bakımı için ihtiyaç duyulan personelin yetiştirilmesi büyük önem kazanmıştır. Avrupa ülkelerinde ilgili eğitim kurumlarındaki müfredatlar incelendiğinde radyo haberleşmesine yönelik teorik altyapı sağlamayı amaçlayan birçok ders bulunduğu görülür. Spektrumdaki sıkışıklıklar ve ihtiyaç duyulan veri hızlarından dolayı radyo haberleşme sistemleri sürekli

olarak yukarı bantlara ve yüksek frekanslara (örneğin ISM bandı: 433 MHz, 800 MHz, 1.8 GHz, 2.4 GHz ve son olarak 5.7 GHz) kaymaktadır. Radyo haberleşme sistemlerine yönelik pratik eğitimler, bu (yüksek frekans) bantlarda çalışan çok yüksek maliyetli eğitim ve ölçüm cihazlarının kullanılmasına gereksinim duymaktadır. Mesela, 5.3-5.7 GHz bandında yapılabilecek ölçümlerde kullanılacak standart 6 GHz civarındaki bir sinyal üretici ve spektrum analizörünün bedeli ile çoğu eğitim kurumu bir temel eğitim laboratuvarı kurabilir. Ayrıca cihazlarla ilgili eğitim almış personelin kısıtlı sayıda olması ve laboratuvar eğitimi sırasında

cihazlara öğrenciler tarafından verilebilecek muhtemel zararlar (basit bir konektör/adaptörün maliyeti 10-40 Euro olabiliyor) eğitimin maliyetini daha da artırmaktadır.

Bütün bunlar dikkate alındığında, daha düşük frekanslarda temel deney düzeneklerinin gerçekleştirilmesinin amaçlandığı uzaktan laboratuvar modelleri [1-2] bulunmasından da yola çıkılarak yüksek frekanslarda radyo haberleşmesine yönelik uzaktan laboratuvar geliştirilmesi öngörülmüştür. Böylece bir çok eğitim kurumu aynı cihazlara ve bunu kullanacak personele yüklü yatırım yapmak yerine, sınırlı sayıda cihaz ve personel bulunduracaktır. Kurumlar arası bir ağ oluşturularak yüksek maliyetli yüksek frekans sistemlerinin kullanılmasında eğitimciler ve donanımlar paylaşılarak verimlilik artırılacaktır. Bu hedefleri gerçekleştirmek üzere Avrupa Uzaktan Radyo Laboratuvarı, AURL (European Remote Radio Laboratory, ERRL) projesine [3] başlanılmıştır.

Özellikle radyo haberleşmesi alanında eğitim ve araştırma amacıyla kurulmuş olan Atılım Üniversitesi Radyo Sistemleri Laboratuvarı (RSL), uygulamalı eğitim verebilmek için gerekli olan çok yeni ve güçlü donanımlara sahiptir. Ülkemizde ve dünyada bu tür laboratuvarlara sahip sınırlı sayıda eğitim kurumu bulunmaktadır. Atılım Üniversitesinin öncülük ettiği, Türkiye’den Balıkesir Üniversitesi ile Avrupa çapında altı eğitim kurumunun katıldığı, Avrupa Birliği Leonardo Da Vinci (LdV) programı kapsamında desteklenen Avrupa Uzaktan Radyo Laboratuvarının (AURL) kurulması çalışmaları RSL’nda yürütülmektedir. RSL, AURL’nin fiziksel ve donanımsal altyapısını oluşturacaktır.

Projenin temel amacı, çeşitli eğitim kurumlarında bulunan donanım altyapısının, uzaktan eğitim ortamları aracılığı ile yaygın bir kullanıcı kitlesine hizmet vermesinin sağlanmasıdır. Bu amaçla oluşturulabilecek eğitim ortamlarında temelde iki farklı yaklaşım kullanılabilir [4]. Bunlardan ilki, [5-6]’de olduğu gibi gerçek

bir laboratuvar ortamına gerek duyulmadan tamamen benzetim sistemlerinin kullanıldığı bir eğitim yaklaşımıdır. Ancak radyo haberleşmesi gibi bir konuda verilecek olan eğitim için tamamen benzetim sistemlerine dayalı yaklaşım gerçek uygulamaların yansıtılmasında son derece yetersizdir. Deneylerin benzetim esasına göre gerçekleştirilmesi, öğrencilere ve eğitmenlere son derece sınırlı imkanlar sunabilecektir. Bu nedenle, AURL projesinde, benzetim sistemleri kullanmak yerine, gerçek laboratuvarların uzaktan kontrolünün gerçekleştirilmesi sağlanacaktır. Hazırlanacak deneyler ve ders materyalleri, gerek üniversite ve yüksek okulların ilgili bölümleri, gerekse üniversite öncesi veya mesleki eğitim veren kurumlar tarafından kullanılabilir. Böylece, teorik olarak sunulan eğitimin uygulamalı olarak daha geniş bir kitleye ulaştırılması mümkün olabilecektir. Sisteme ayrıca, farklı lokasyonlarda benzer içerikteki donanımların da dahil edilmesi düşünülmektedir. Böylece farklı ortamlardaki donanımların tek bir sistem aracılığı ile uzaktan kullanıma açılması ve bir laboratuvar ağı oluşturulması mümkün olabilecektir.

AURL projesinin hedef kitlesi ve ilgili sektörler temelde üç grup altında toplanabilir:

1. Elektrik, elektronik ve haberleşme ile bilgisayar mühendisliği ve benzeri alanlarda eğitim almakta olan öğrenciler (sektör: üniversite ve dengi kurumlar)
2. Elektrik, elektronik ve haberleşme ile bilgisayar mühendisliği ve benzeri alanlardan yeni derece almış veya deneysel çalışma tecrübesi eksik olan mezunlar (sektör: ilgili alandaki eğitim kurumları ve işveren firmalar)
3. Yüksek okul ve lise düzeyinde, elektrik, elektronik ve haberleşme ile bilgisayar mühendisliği ve benzeri alanlarda eğitim almakta olan veya yeni mezun teknisyen ve teknikerler (sektör: ilgili alanda eğitim veren teknik eğitim fakülteleri, yüksek okul ve teknik liseler)



cusu bulunabilecektir. Deneysel sunucular ana sunucu ile bir “web servisleri arayüzü” kullanılarak haberleşecektir. Web servisleri arayüzü farklı donanım ve yazılım platformlarına sahip sunucuların sorunsuz haberleşmelerini sağlayacak firewall engellerinin aşılmasında kolaylık sağlayacaktır. WSDL and UDDI servisleri, AURL tarafından verilen hizmetlerin, uzaktan laboratuvar hizmetleri almaya ihtiyaç duyan kurumlar tarafından keşfedilmesi için uygun bir yapı oluşturacaktır. AURL, ana sunucu üzerinden sağladığı hizmetlerin yanı sıra, deneysel sunucular üzerinden de dışarıya hizmet sağlayabilecektir.

Ayrıca sistem, bir öğrenme yönetim sistemi, ÖYS (LMS), ile desteklenmektedir. ÖYS, verilen eğitim ile ilgili olarak sunulacak olan içeriğin bu alanda geliştirilmiş olan standartları destekleyecek şekilde hazırlanmasını sağlar. ÖYS bir veri tabanı yönetim sistemi, VTYS (DBMS), aracılığı ile AURL sistemine entegre edilmektedir. VTYS, AURL için gerekli tüm verilerin tutulmasını ve tutulan verilerin istendiğinde farklı deneysel sunucuları aracılığıyla deney modülleri tarafından kullanılmasını sağlar.

Kontrol Sistemi ise, yapılacak olan deneyler ile ilgili her türlü tanımlamanın deneylerle ilgili donanıma ulaştırılmasını ve deneyin gerçekleştirilmesi sonucunda elde edilecek olan sonuçların AURL sisteminde kaydedilmesini sağlar.

AURL sistemi içinde, kullanıcının farklı zaman aralıklarında yapacağı tüm çalışmalar kaydedilir. Böylece kullanıcıların eğitimleri sonucunda elde edilen başarı durumlarının bir takibinin yapılması da mümkün olur.

### 3. Önerilen Laboratuvar Düzenek Yapıları

AURL kapsamında, hedef kitlenin ihtiyaçları göz önüne alındığında farklı deneyleri içerecek şekilde modüller bir yapı kurulması öngörülmektedir. Temelde kullanılacak başlıca ölçü cihazları olarak, sinyal üretici, osiloskop, spektrum analizörü ve VNA (Vector Network

analyzer) sayılabilir. Diğer laboratuvarlardan ayırt edici bir özellik bütün bu cihazların çok geniş bir frekans bandında çalışacak yeteneklere sahip olmasıdır. Göz önüne alınan deney düzenek yapıları Şekil 3-5’de verilmektedir.

Yapılacak olan deneyler haberleşme, RF ve mikrodalga, anten ve kablosuz haberleşme alanlarını kapsamaktadır. AURL’de yer alacak deneyler ülkemizle birlikte altı ayrı Avrupa ülkesinde eğitim veren öğretmenler, mühendisler, teknik elemanlar ve işverenler arasında yapılan kapsamlı bir ihtiyaç analizi sonucunda tespit edilmiştir.

### 4. Sonuç

Bu bildiriye AURL Avrupa Uzaktan Radyo Laboratuvarı projesinin kapsamı ve genel yapısı sunulmaktadır. Radyo Laboratuvarı, haberleşme, güvenlik sistemleri ve savunma sistemleri vb alanlarında temel birikiminin kazanılmasını sağlayacak cihaz ve deney düzeneklerinin tümünü kapsar. Bu proje ile öncelikle Atılım Üniversitesi bünyesinde kurulmuş olan RSL’ında yeralan çok yüksek maliyetli yüksek frekans cihaz ve deney düzeneklerine uzaktan erişim imkanı sağlanacaktır. İkincil olarak bu proje Radyo Haberleşmesi ile ilgili teorik bilginin ve test sisteminin de uzaktan erişimine olanak sağlayacaktır. Böylece Radyo haberleşmesi alanında çalışan mühendis ve teknik elemanlar ile, kurulması yüksek maliyetli yatırım gerektiren bu tarz bir laboratuvara sahip olmayan ve öğrencilerine Radyo haberleşmesi konusunda pratik tecrübe kazandırmak isteyen eğitim kurumlarına, hizmet verilecektir.

### 5. Kaynaklar

[1] del Alamo, J. A., Brooks, L., McLean, C., Hardison, J., Mishuris, G., Chang, V. and Hui, L. “The MIT Microelectronics WebLab: a Web-Enabled Remote Laboratory for Microelectronic Device Characterization”, World Congress on Networked Learning in a Global Environment, Berlin (Germany), 2002.

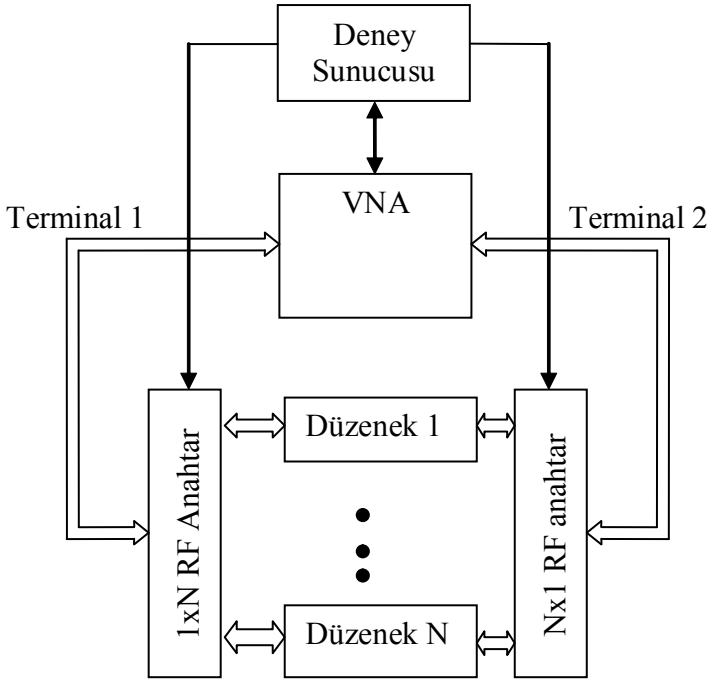
[2] Berntzen, R., Strandman, J. O., Fjeldly, T. A. and Shur, M. S., “Advanced Solutions for Performing Real Experiments Over the Internet”, International Conference on Engineering Education, August 6 – 10, 2001 Oslo, Norway.

[3] ERRL European Remote Radio Laboratory, Leonardo da Vinci Pilot Projects Proposal, 2006.

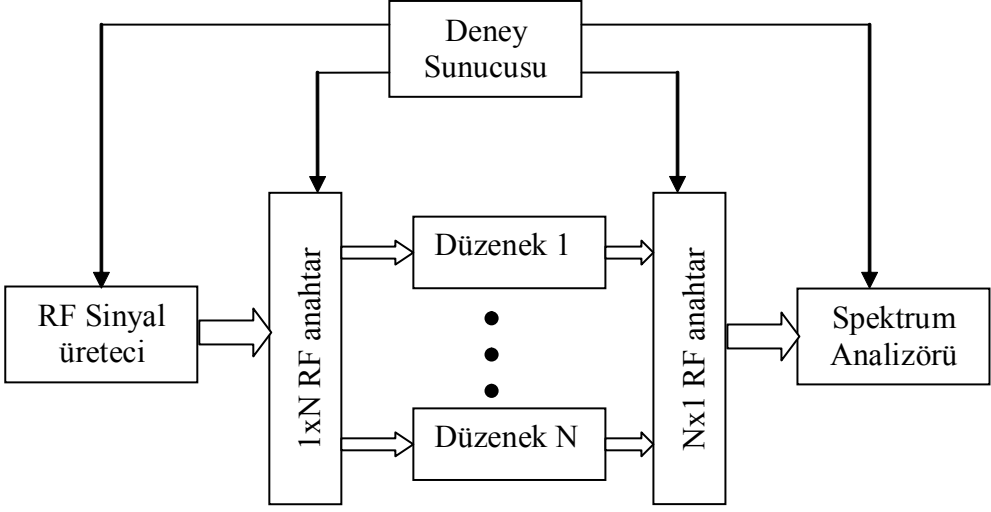
[4] 5th International Conference on Information Technology Based Higher Education and Training (ITHET), 2004.

[5] Johns Hopkins University A Virtual Engineering/Science Laboratory Course World Wide Web site, <http://www.jhu.edu/~virtlab/virtlab.html>, Johns Hopkins University, Maryland.

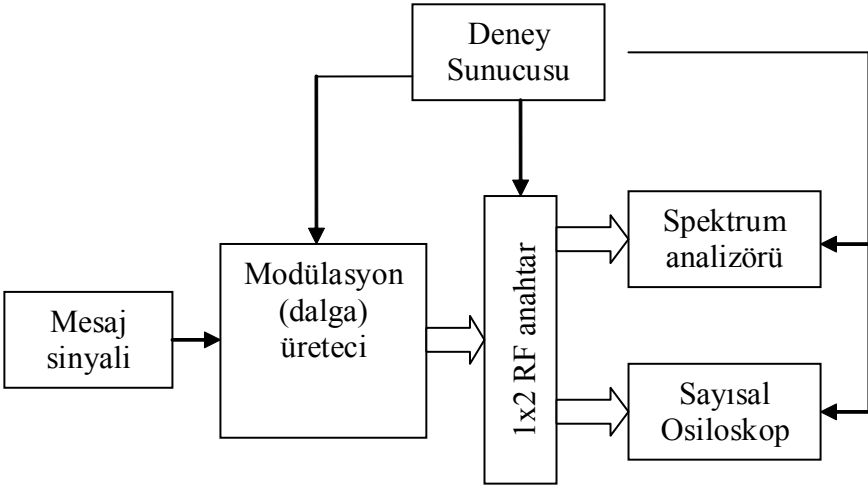
[6] Ko, C. C., Chen, B. M., Chen, S. H., Ramakrishnan, V., Chen, R., Hu, S. Y., Zhuang, Y., “A large-scale Web-based virtual oscilloscope laboratory experiment”, Engineering Science and Education Journal, volume 9, no 2, pp. 69 – 76, April 2000.



Şekil 3. İki terminalli cihazların s parametrelerini ölçmeye yönelik düzenek yapısı



Şekil 4. Aktif veya pasif RF/mikrodalga devre veya sisteminin frekans karakteristiğinin çıkarılmasına yönelik düzenek



Şekil 5. Modülasyon çeşitlerinin zaman ve frekans düzleminde analizine yönelik düzenek