



## Ders Bilgi Formu

| Ders Adı                    | Kodu    | Yerel Kredi | AKTS | Ders (saat/hafta) | Uygulama (saat/hafta) | Laboratuvar (saat/hafta) |
|-----------------------------|---------|-------------|------|-------------------|-----------------------|--------------------------|
| Optik Haberleşme Sistemleri | EHM4330 | 3           | 5    | 3                 | 0                     | 0                        |

|            |     |
|------------|-----|
| Önkoşullar | Yok |
|------------|-----|

|         |     |
|---------|-----|
| Yarıyıl | Güz |
|---------|-----|

|             |                   |
|-------------|-------------------|
| Dersin Dili | İngilizce, Türkçe |
|-------------|-------------------|

|                 |                 |
|-----------------|-----------------|
| Dersin Seviyesi | Lisans Seviyesi |
|-----------------|-----------------|

|                 |                        |
|-----------------|------------------------|
| Ders Kategorisi | Uzmanlık/Alan Dersleri |
|-----------------|------------------------|

|                      |          |
|----------------------|----------|
| Dersin Veriliş Şekli | Yüz yüze |
|----------------------|----------|

|                            |   |
|----------------------------|---|
| Dersi Sunan Akademik Birim | Elektronik & Haberleşme Mühendisliği Bölümü |
|----------------------------|---|

|                     |                  |
|---------------------|------------------|
| Dersin Koordinatörü | N. Özlem Ünverdi |
|---------------------|------------------|

|                  |                  |
|------------------|------------------|
| Dersi Veren(ler) | N. Özlem Ünverdi |
|------------------|------------------|

|               |  |
|---------------|--|
| Asistan(lar)ı |  |
|---------------|--|

|              |   |
|--------------|---|
| Dersin Amacı | Dersin amacı, optik haberleşme sistemlerinin incelenmesi ve iletim ortamı olarak kullanılan optik dalga kılavuzlarının modal analizinin yapılmasıdır. |
|--------------|---|

|                |   |
|----------------|---|
| Dersin İçeriği | <p>1. Elektromagnetizmanın Tarihsel Süreci 2. Optik Haberleşmenin Tarihsel Süreci 3. Optik Haberleşmenin İletişim Teknolojileri İçindeki Yeri ve Önemi 4. Elektromagnetik Alan Teorisi a. Temel Kavramlar (Elektrik alan, magnetik alan, elektrik akı yoğunluğu, magnetik akı yoğunluğu, güç, Poynting vektörü, akım, elektrik potansiyel, magnetik vektör potansiyeli, akım yoğunlukları, ortam parametreleri, elektrik enerjisi, magnetik enerji, kapalı alan, korunan alan) b. Ortamların Sınıflandırılması 5. Elektromagnetik Dalga Teorisi a. Dalga Denklemi b. Helmholtz Denklemi c. Mükemmel İletken Ortam, Mükemmel Yalıtkan Ortam, Kayıp Tanjantı 6. Işık a. Kırınımın Geometrik Teorisi b. Fermat İlkesi c. Huygens Prensibi d. Tam Yansıma 7. Optik Teorisi a. Geometrik Optik b. Dalga Optiği c. Fiber Optik d. Nonlineer Fiber Optik e. Demet Optiği f. Elektromagnetik Optik g. Foton Optiği h. Kuantum Optiği i. Fourier Optik j. Elektro – Optik k. Optoelektronik l. Fotonik m. Serbest Uzay Optiği (SUO) 8. Optik Haberleşmede Kullanılan Temel Kavramlar a. Optik fiber, tam yansıma, kritik açı, Brewester açısı, sayısal açıklık, kabul açısı, faz hızı, grup hızı, grup gecikmesi, grup indisi, optik eksen, splice, silindirik fonksiyon, mod, kesim frekansı, ortam parametreleri, dispersive ortam, propagasyon, evanescent alan, polarizasyon b. Optik Haberleşmede İletim Ortamı 9. Fiber Optik a. Optik Dalga Kılavuzları (Optik Fiberler) i. Slab Optik Dalga Kılavuzları ii. Silindirik (3D) Optik Dalga Kılavuzları iii. Zayıfça Kılavuzlayan Optik Dalga Kılavuzları b. Optik Fiberlerin Sınıflandırılması i. Üretim Malzemesine Göre Sınıflandırma 1. Cam Optik Fiberler 2. Plastik Optik Fiberler ii. İletilen Mod Sayına Göre Sınıflandırma 1. Tek Modlu Optik Fiberler 2. Çok Modlu Optik Fiberler iii. Kırılma İndisi Profiline Göre Sınıflandırma 1. Basamak İndisli Optik Fiberler 2. Yumuşak Geçişli Optik Fiberler c. Optik Fiberlerin Avantajları d. Optik Fiberlerin Dezavantajları e. Optik Fiberlerin Kullanım Yerleri f. Optik Filmler ve İnce Film Tekniği g. Maxwell Denklemleri h. Bünye Denklemleri i. Süreklilik Denklemi j. Sınır Koşulları k. Mod Analizi i. TE Modları ii. TM Modları iii. TEM Modları iv. HE ve EH Modları (Hibrid Modlar) v. Kılavuzlanmış Modlar vi. Radyasyon Modları vii. Sızıntılı Modlar l. Evanescent Alan 10. Optik Haberleşmede Veriyi Bozan Etkenler a. Zayıflama i. Soğurma Kaybı ii. Saçılma Kaybı iii. Dalga Kılavuzu Saçılması iv. Bağlantı Kayıpları 1. Sabit Bağlantı (Splice) Kaybı 2. Açılır – Kapanır Bağlantı (Konnektör) Kaybı v. Bükülme Kaybı b. Dispersiyon i. Modal Dispersiyon ii.</p> |
|----------------|---|

|                               |   |
|-------------------------------|---|
|                               | <p>Malzeme Dispersiyonu iii. Dalga Kılavuzu Dispersiyonu 11. Nonlineer Fiber Optik 12. Polarizasyon a. Lineer Polarizasyon b. Eliptik Polarizasyon i. Özel Durum : Dairesel Polarizasyon 1. Sağ El Polarizasyonu 2. Sol El Polarizasyonu 13. Optik Haberleşme Sistemleri a. Verici (Lazer, LED, Lazer Diod) b. Alıcı (Fotodiod, Fototransistör) 14. Optik Fiberlerin Üretim Teknikleri a. OVPO Yöntemi b. VAD Yöntemi c. MCVD Yöntemi d. PCVD Yöntemi 15. Optik Haberleşmede Modülasyon Teknikleri a. Analog Modülasyon b. Sayısal Modülasyon 16. Optik Haberleşmede Çoğullama Teknikleri a. Zaman Bölmeli Çoğullama (TDM) b. Frekans Bölmeli Çoğullama (FDM) c. Dalgaboyu Bölmeli Çoğullama (WDM) 17. Optik İşaretin İşlenmesi a. Tek Boyutlu İşaretin İşlenmesi b. İki Boyutlu İşaretin İşlenmesi 18. Optik Devre Elemanları a. Optik Sensör b. Optik Doğrultu Kuplörü c. Optik Amplifikatör (Kuvvetlendirici) i. Erbiyum Katkılı Fiber Kuvvetlendirici (EDFA) ii. Raman Kuvvetlendirici iii. Yarıiletken Optik Kuvvetlendirici d. Optik İzolatör e. Optik Rezonatör f. Optik Polarizör g. Optik Sirkülatör h. Optik Modülatör i. Optik Dedektör j. Optik Filtre k. Optik Çoğullayıcı 19. Optik Haberleşme Sistemlerinin Performansı a. Güvenilirlik b. Gürültü Analizi c. Sinyal Gürültü Oranı (SNR) d. Bit Hata Oranı (BER) 20. Optik İşaretin Karakteristik Özelliklerinin Belirlenmesi a. Optik Spektrum Analizörü b. Optik Güç Ölçer c. İki Kapılı WDM Analizörü d. Zaman Domeninde Görüntüleyici e. BER Analizörü f. OTDR 21. Optik Haberleşme Sistemlerinin Tasarımı a. Optik Ağlar (SDH-PDH, SONET) b. Kablolu Televizyon (CATV) c. Elektrikli Ulaşım Sistemleri d. Telefon Ağları e. Veri Haberleşmesi f. Askeri Uygulamalar 22. Optik Haberleşmenin Diğer İletişim Teknolojileri İle Birlikte Kullanımı a. Kablolu İletişim b. Kablosuz İletişim i. Antenler 1. Dipol Antenler 2. Dipol Anten Dizleri 3. Mikrodalga Antenleri 4. Mikrodalga Anten Dizileri ii. Propagasyon 23. Optik Haberleşmenin Diğer Disiplinlerde ve Disiplinlerarası Çalışmalardaki Uygulamaları 24. OptiWave, OptiSystem, OptiBpm ve Matlab İle Optik Düzenek Uygulamaları 25. Optik Haberleşme Konusundaki Seminerler</p> |
| Opsiyonel Program Bileşenleri | Yok   |

## Ders Öğrenim Çıktıları

|   |  |
|---|--|
| 1 | Optik haberleşme sistemlerinin teorik alt yapısını oluşturmak.   |
| 2 | Optik haberleşme sistemlerini elektromagnetik dalga propagasyonu ve sistem bazında analiz etmek ve sorunları çözme yeteneği kazanmak.                                    |
| 3 | Optik haberleşme sistemlerinin, kablolu ve kablosuz haberleşme sistemleri ile birlikte kullanılabilirliğini analiz etmek.  |
| 4 | Optik haberleşme sistemlerini optimize etmek.  |
| 5 | Dersin konuları ile ilgili grup semineri vermek ve bu şekilde özgüveni artırmak, grup çalışması içinde yer almak ve optik haberleşme konusuna bakış açısını genişletmek. |

## Haftalık Konular ve İlgili Ön Hazırlık Çalışmaları

| Hafta | Konular  | Ön Hazırlık      |
|-------|--|------------------|
| 1     | 1. Optik Haberleşmenin Tarihsel Süreci 2. Optik Haberleşmenin İletişim Teknolojileri İçindeki Yeri ve Önemi 3. Işık a. Dalga Kuramı b. Işığın Tanecik Karakteri (Foton, Foton Enerjisi, Planck Sabiti) c. Işık Hızının Ölçülmesi d. Işığın Yayılması ve Aydınlanma e. Gölge ve Yarı Gölge f. Geometrik Optikte Işın Yaklaşımı g. Işığın Yansıması h. Işığın Kırılması i. Kırınımın Geometrik Teorisi j. Fermat İlkesi k. Huygens Prensibi l. Tam Yansıma | Optik Haberleşme |

|    |  |   |
|----|--|---|
| 2  | 1. Optik Teorisi a. Geometrik Optik b. Dalga Optiği c. Fiber Optik d. Nonlineer Fiber Optik e. Demet Optiği f. Elektromagnetik Optik g. Foton Optiği h. Kuantum Optiği i. Fourier Optik j. Elektro – Optik k. Optoelektronik l. Fotonik m. Serbest Uzay Optiği (SUO)   | Optik Teorisi   |
| 3  | 1. Optik Haberleşmede Kullanılan Temel Kavramlar a. Optik fiber, tam yansıma, kritik açı, Brewster açısı, sayısal açıklık, kabul açısı, faz hızı, grup hızı, grup gecikmesi, grup indisi, optik eksen, splice, silindirik fonksiyon, mod, kesim frekansı, ortam parametreleri, dispersive ortam, propagasyon, evanescent alan, polarizasyon b. Optik Haberleşmede İletim Ortamı 2. Fiber Optik a. Optik Dalga Kılavuzları (Optik Fiberler) i. Slab Optik Dalga Kılavuzları ii. Silindirik (3D) Optik Dalga Kılavuzları | Optik Haberleşmede Temel Kavramlar                    |
| 4  | 1. Optik Haberleşmede Veriyi Bozan Etkenler a. Zayıflama b. Dispersiyon 2. Optik Haberleşme Sistemleri a. Verici (Lazer, LED, Lazer Diod) b. Alıcı (Fotodiod, Fototransistör) 3. Optik Fiberlerin Üretim Teknikleri a. OVPO Yöntemi b. VAD Yöntemi c. MCVD Yöntemi d. PCVD Yöntemi   | Optik Haberleşmede Kayıp Mekanizması                  |
| 5  | 1. Optik Haberleşmede Modülasyon Teknikleri a. Analog Modülasyon b. Sayısal Modülasyon 2. Optik Haberleşmede Çoğullama Teknikleri a. Zaman Bölmeli Çoğullama (TDM) b. Frekans Bölmeli Çoğullama (FDM) c. Dalgaboyu Bölmeli Çoğullama (WDM) d. Kod Bölmeli Çoğullama (CDM) 3. Optik Haberleşmede Kodlama Teknikleri a. NRZ Kodlar b. RZ Kodlar 4. Optik İşaretin İşlenmesi a. Tek Boyutlu İşaretin İşlenmesi b. İki Boyutlu İşaretin İşlenmesi  | Optik Haberleşmede Modülasyon ve Çoğullama Teknikleri |
| 6  | 1. Optik Devre Elemanları a. Optik Sensör b. Optik Doğrultu Kuplörü c. Optik Amplifikatör (Kuvvetlendirici) d. Optik İzolatör e. Optik Osilatör f. Optik Rezonatör g. Optik Polarizör h. Optik Sirkülatör i. Optik Modülatör j. Optik Dedektör k. Optik Filtre l. Optik Anahtar m. Optik Ayırıcı n. Optik Çoğullayıcı 2. Optik Haberleşme Sistemlerinin Performansı a. Güvenilirlik b. Gürültü Analizi c. Sinyal Gürültü Oranı (SNR) d. Bit Hata Oranı (BER)   | Optik Devre Elemanları                                |
| 7  | 1. Optik İşaretin Karakteristik Özelliklerinin Belirlenmesi a. Optik Spektrum Analizörü b. Optik Güç Ölçer c. İki Kapılı WDM Analizörü d. Zaman Domeninde Görüntüleyici e. BER Analizörü f. OTDR 2. Optik Haberleşme Sistemlerinin Tasarımı a. Optik Ağlar (SDH-PDH, SONET) b. Kablolü Televizyon (CATV) c. Elektrikli Ulaşım Sistemleri d. Raylı Sistemler e. Telefon Ağları f. Veri Haberleşmesi g. Güvenlik Sistemleri h. Askeri Uygulamalar  | Optik Haberleşmede Ölçme Teknikleri                   |
| 8  | Ara Sınav 1  | Tamamen Optik Anahtarlama                             |
| 9  | 1. Optik Ağlar a. Ağ Topolojileri i. Yol Topolojisi ii. Halka Topolojisi iii. Yıldız Topolojisi iv. Ağaç Topolojisi v. Mesh Topolojisi b. Optik Paket Anahtarlama c. Erişim Bilgileri i. Bir Noktadan Diğer Noktaya (Unicast) Erişim ii. Bir Noktadan Çok Noktaya  | Optik Ağlar   |
| 10 | 1. Optik Ağlar a. Pasif Optik Ağlar i. APON ii. EPON iii. GPON iv. WDM-PON b. Optik Ağlarda İşaret İşleme c. Optik Ağlarda Trafik Mühendisliği d. Optik Ağlarda Servis Kalitesi e. Optik Ağların Dizaynı, Kontrolü ve Yönetimi f. Optik Ağların Performansı g. Optik Ağların Optimizasyonu   | Optik Ağlar   |

|    |  |   |
|----|--|---|
| 11 | 1. Optik Haberleşmenin Diğer İletişim Teknolojileri İle Birlikte Kullanımı a. Kablolu İletişim b. Kablosuz İletişim 2. Optik Haberleşmenin Diğer Disiplinlerde ve Disiplinlerarası Çalışmalarındaki Uygulamaları a. Fen ve Mühendislik Alanlarındaki Uygulamalar b. Sosyal Alanlardaki Uygulamalar 3. OptiWave, OptiSystem, OptiBpm ve Matlab İle Optik Düzenek Uygulamaları a. Modülasyon Uygulamaları b. Çoğullama Uygulamaları c. Kodlama Uygulamaları d. Devre Elemanları Uygulamaları e. Kayıp Analizi f. BER Ana | Optik Haberleşmenin Diğer İletişim Teknolojileri İle Birlikte Kullanımı |
| 12 | 1. Optik Haberleşme Konusundaki Seminerler   | Araştırma, Sunum ve Seminer Raporu Hazırlama                            |
| 13 | 1. Optik Haberleşme Konusundaki Seminerler *   | Araştırma, Sunum ve Seminer Raporu Hazırlama                            |
| 14 | 1. Optik Haberleşme Konusundaki Seminerler *   | Araştırma, Sunum ve Seminer Raporu Hazırlama                            |
| 15 | Final  | Araştırma, Sunum ve Seminer Raporu Hazırlama                            |

## Değerlendirme Sistemi

| Etkinlikler   | Sayı | Katkı Payı |
|---|------|------------|
| Devam/Katılım                                       |      |            |
| Laboratuar  |      |            |
| Uygulama  |      |            |
| Arazi Çalışması                                     |      |            |
| Derse Özgü Staj                                     |      |            |
| Küçük Sınavlar/Stüdyo Kritiği                       |      |            |
| Ödev  | 2    | 10         |
| Sunum/Jüri  |      |            |
| Projeler  |      |            |
| Seminer/Workshop                                    | 1    | 20         |
| Ara Sınavlar  | 1    | 30         |
| Final   | 1    | 40         |
| <b>Dönem İçi Çalışmaların Başarı Notuna Katkısı</b> |      | 60         |
| <b>Final Sınavının Başarı Notuna Katkısı</b>        |      | 40         |
| <b>TOPLAM</b>                                       |      | 100        |

## AKTS İşyükü Tablosu

| Etkinlikler               | Sayı | Süresi (Saat) | Toplam İşyükü |
|---------------------------|------|---------------|---------------|
| Ders Saati                | 13   | 3             | 39            |
| Laboratuar                |      |               |               |
| Uygulama                  |      |               |               |
| Arazi Çalışması           |      |               |               |
| Sınıf Dışı Ders Çalışması | 13   | 2             | 26            |
| Derse Özgü Staj           |      |               |               |

|   |   |    |      |
|---|---|----|------|
| Ödev  | 2 | 2  | 4    |
| Küçük Sınavlar/Stüdyo Kritiği                       |   |    | 0    |
| Projeler  |   |    |      |
| Sunum / Seminer                                     | 1 | 23 | 23   |
| Ara Sınavlar (Sınav Süresi + Sınav Hazırlık Süresi) | 1 | 25 | 25   |
| Final (Sınav Süresi + Sınav Hazırlık Süresi)        | 1 | 25 | 25   |
| <b>Toplam İşyükü</b>                                |   |    | 142  |
| <b>Toplam İşyükü / 30(s)</b>                        |   |    | 4.73 |
| <b>AKTS Kredisi</b>                                 |   |    | 5    |

|              |     |
|--------------|-----|
| Diğer Notlar | Yok |
|--------------|-----|