



## Ders Bilgi Formu

| Ders Adı                 | Kodu    | Yerel Kredi | AKTS | Ders (saat/hafta) | Uygulama (saat/hafta) | Laboratuvar (saat/hafta) |
|--------------------------|---------|-------------|------|-------------------|-----------------------|--------------------------|
| Genel Rölativite Teorisi | EHM6202 | 3           | 7.5  | 3                 | 0                     | 0                        |

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

|         |       |
|---------|-------|
| Yarıyıl | Bahar |
|---------|-------|

|             |        |
|-------------|--------|
| Dersin Dili | Türkçe |
|-------------|--------|

|                 |                  |
|-----------------|------------------|
| Dersin Seviyesi | Doktora Seviyesi |
|-----------------|------------------|

|                 |                       |
|-----------------|-----------------------|
| Ders Kategorisi | Temel Meslek Dersleri |
|-----------------|-----------------------|

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

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

|                     |           |
|---------------------|-----------|
| Dersin Koordinatörü | Atanmamış |
|---------------------|-----------|

|                  |  |
|------------------|--|
| Dersi Veren(ler) |  |
|------------------|--|

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

|              |                                                                                                                                                                                                                                                                                             |
|--------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Dersin Amacı | Öğrenciler, Genel Rölativite Teorisi ile ilgili problemlerin ve süreçlerin kurgulanmasını ve çözülmesini öğrenecek ve gravitasyonla, elektromagnetizmle ilgili modellerin geliştirilmesine katkı sağlama becerilerini ve yüksek enerji fiziği ile ilgilenebilme yeteneğini de kazanacaklar. |
|--------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|

|                |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |
|----------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Dersin İçeriği | Riemann geometrisi: Tansör cebri, kontravariant ve kovariant vektörler. Eistein toplama kuralı. Tansör tanımları. Bir tansörün genel dönüşüm kuralı. Tansörlerin eşdeğerliği ve çarpımları. İndislerin kontraksiyonu. Oran teoremi. Associated transörler. Affine ve Riemann uzaylarında vektör alanları. Vektör transplantasyonları ve affine bağıntıları. Paralel yerdeğiştirme. Christoffel sembolleri. Affine ve Riemann uzaylarında geodezikler. Gaussian koordinatlar. Tansör analizi. Kovariant türetme. Tansör türetme kuralları. Divergence ve Laplacian. Simetrik ve antisimetrik tansörler. Kapalı ve tam tansörler. Tansör yoğunlukları. İntrinsik simetriler ve Killing vektörleri. Fizikte tansörlerin kullanılması: Tansör formunda Maxwell denklemleri. Rölativistik mekanik yaklaşımı ile hareket denklemi. Gravitasyonun metrik yaklaşımı. Boş uzayda gravitasyon alan denklemleri. Alan denklemleri için kriterler. Riemann eğrilik tansörü. Bianchi özdeşlikleri. İntegrallenebilirlik ve Riemann tansörü. Boş uzayda Einstein alan denklemleri: Schwarzschild çözümü ve sonuçları: Schwarzschild çözümü. İzotropik koordinatlarda Schwarzschild çözümü. Genel rölativitenin deneysel testleri. Fermat ilkesi. Kerr çözümü. Einstein diferansiyel sisteminin matematik yapısı: Cauchy problemi. Lineerleştirilmiş alan denklemleri. Weyl çözümü. Boş olmayan uzayda gravitasyon alan denklemleri. Alan denklemlerinin sonuçları. Kozmik astronomi. Elektromagnetizma ve genel rölativite: Yüklü bir noktasal kütlelin alanı. Riemann geometrisinin Weyl genelleştirmesi. Elektromagnetizmanın Weyl teorisi. Rainich, Misner ve Wheeler denklemleri. Ekstra Boyutlara Giriş. |
|----------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|

|                               |     |
|-------------------------------|-----|
| Opsiyonel Program Bileşenleri | Yok |
|-------------------------------|-----|

### Ders Öğrenim Çıktıları

|   |                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |
|---|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1 | Öğrenciler, Genel Rölativite Teorisinin, elektromagnetik olayları ilgilendirdiği süreçlerin kuramsal yaklaşımla kurgulanmasını öğrenecekler,gravitasyon ve elektromagnetizmle ilgili yenilikleri geliştirilme becerisi kazanacaklar, ilaveten yüksek enerji fiziğine de yönelebilecek alt yapıyı oluşturacak |
|---|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|

|   |                                                                                                                                                |
|---|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 2 | Öğrenciler, özgün metot oluşturma süreçlerinin bilgisini kazanacaklar.                                                                         |
| 3 | Öğrenciler, hem GRT ile ilgili hem genel analitik düşünme ve problem çözme yaklaşımlarını ve tekniklerini geliştirme süreçlerini öğrenecekler. |
| 4 | Öğrenciler, genel rölativite teorisine ilişkin problemleri, bu problemlerin modellenmesini ve çözümlerini öğrenecekler.                        |
| 5 | Öğrenciler, Genel Rölativite Teorisine ilişkin problemler ile ilgili metot geliştirme süreçlerini kavrayacaklar.                               |

## Haftalık Konular ve İlgili Ön Hazırlık Çalışmaları

| Hafta | Konular                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             | Ön Hazırlık              |
|-------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------|
| 1     | Riemann geometrisi: Tansör cebri, kontravariant ve kovariant vektörler. Eistein toplama kuralı. Tansör tanımları. Bir tansörün genel dönüşüm kuralı. Tansörlerin eşdeğerliği ve çarpımları. İndislerin kontraksiyonu. Oran teoremi. Associated tansörler. Affine ve Riemann uzaylarında vektör alanları. Vektör transplantasyonları ve affine bağıntıları. Paralel yerdeğiştirme. Christoffel sembolleri. Affine ve Riemann uzaylarında geodezikler. Gaussian koordinatlar. Tansör analizi. Kovariant türetme. Tans | Ders Notu                |
| 2     | Fizikte tansörlerin kullanılması: Tansör formunda Maxwell denklemleri.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              | 1. haftanın konuları.    |
| 3     | Rölativistik mekanik yaklaşımı ile hareket denklemi. Gravitasyonun metrik yaklaşımı. Boş uzayda gravitasyon alan denklemleri. Alan denklemleri için kriterler. Riemann eğrilik tansörü. Bianchi özdeşlikleri. İntegrallenebilirlik ve Riemann tansörü.                                                                                                                                                                                                                                                              | 2. haftanın konuları.    |
| 4     | Boş uzayda Einstein alan denklemleri: Schwarzschild çözümü ve sonuçları: Schwarzschild çözümü. İzotropik koordinatlarda Schwarzschild çözümü.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       | 3. haftanın konuları.    |
| 5     | Genel rölativitenin deneysel testleri. Fermat ilkesi.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               | 4. haftanın konuları.    |
| 6     | Kerr çözümü.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        | 5. haftanın konuları.    |
| 7     | Einstein diferansiyel sisteminin matematik yapısı. Cauchy problemi.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 | 6. haftanın konuları.    |
| 8     | Midterm 1                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           | 1-7. haftanın konuları.  |
| 9     | Lineerleştirilmiş alan denklemleri. Weyl çözümü. Boş olmayan uzayda gravitasyon alan denklemleri.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   | 8. haftanın konuları.    |
| 10    | Alan denklemlerinin sonuçları. Kozmik astronomi.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    | 9. haftanın konuları.    |
| 11    | Elektromagnetizma ve genel rölativite: Yüklü bir noktasal kütlelin alanı. Riemann geometrisinin Weyl genelleştirmesi.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               | 10. haftanın konuları.   |
| 12    | Yılıçi Sınavı.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      | 1-11. haftanın konuları. |
| 13    | Elektromagnetizmanın Weyl teorisi. Bazı matematik araçlar.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          | 12. haftanın konuları.   |
| 14    | Rainich, Misner ve Wheeler denklemleri. Ekstra Boyutlara Giriş.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     | 13. haftanın konuları.   |
| 15    | Final                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               | 14. haftanın konuları.   |

## Değerlendirme Sistemi

| Etkinlikler   | Sayı | Katkı Payı |
|---------------|------|------------|
| Devam/Katılım | 38   | 1          |
| Laboratuar    |      |            |

|                                                     |   |     |
|-----------------------------------------------------|---|-----|
| Uygulama                                            | 5 | 1   |
| Arazi Çalışması                                     |   |     |
| Derse Özgü Staj                                     |   |     |
| Küçük Sınavlar/Stüdyo Kritiği                       |   |     |
| Ödev                                                | 5 | 1   |
| Sunum/Jüri                                          | 1 | 1   |
| Projeler                                            | 1 | 1   |
| Seminer/Workshop                                    |   |     |
| Ara Sınavlar                                        | 2 | 55  |
| Final                                               | 1 | 40  |
| <b>Dönem İçi Çalışmaların Başarı Notuna Katkısı</b> |   | 60  |
| <b>Final Sınavının Başarı Notuna Katkısı</b>        |   | 40  |
| <b>TOPLAM</b>                                       |   | 100 |

| <b>AKTS İşyükü Tablosu</b>                          |             |                      |                      |
|-----------------------------------------------------|-------------|----------------------|----------------------|
| <b>Etkinlikler</b>                                  | <b>Sayı</b> | <b>Süresi (Saat)</b> | <b>Toplam İşyükü</b> |
| Ders Saati                                          | 15          | 3                    | 45                   |
| Laboratuvar                                         |             |                      |                      |
| Uygulama                                            | 5           | 3                    | 15                   |
| Arazi Çalışması                                     |             |                      |                      |
| Sınıf Dışı Ders Çalışması                           | 15          | 3                    | 45                   |
| Derse Özgü Staj                                     |             |                      |                      |
| Ödev                                                | 5           | 11                   | 55                   |
| Küçük Sınavlar/Stüdyo Kritiği                       |             |                      |                      |
| Projeler                                            | 1           | 53                   | 53                   |
| Sunum / Seminer                                     | 1           | 1                    | 1                    |
| Ara Sınavlar (Sınav Süresi + Sınav Hazırlık Süresi) | 2           | 3                    | 6                    |
| Final (Sınav Süresi + Sınav Hazırlık Süresi)        | 1           | 3                    | 3                    |
| <b>Toplam İşyükü</b>                                |             |                      | 223                  |
| <b>Toplam İşyükü / 30(s)</b>                        |             |                      | 7.43                 |
| <b>AKTS Kredisi</b>                                 |             |                      | 7.5                  |

|              |                                    |
|--------------|------------------------------------|
| Diğer Notlar | Dersin dili İngilizce de olabilir. |
|--------------|------------------------------------|