



## DERS BİLGİ FORMU

|                                              |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |
|----------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| FAKÜLTE / ENSTİTÜ ADI                        | Fen Edebiyat Fakültesi                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |
| BÖLÜM / PROGRAM / ANABİLİM DALI ADI          | İstatistik                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |
| DERSİN ADI                                   | Stokastik Süreçler                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |
| DERSİN KODU                                  | IST3132                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |
| YEREL KREDİSİ                                | 3                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |
| AKTS KREDİSİ                                 | 5                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |
| HAFTALIK DERS SAATİ                          | 3                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |
| HAFTALIK UYGULAMA SAATİ                      | 0                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |
| HAFTALIK LABORATUVAR SAATİ                   | 0                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |
| ÖNKOŞULLAR                                   | Yok                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |
| YARIYIL                                      | Güz                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |
| DERSİN DİLİ                                  | İngilizce, Türkçe                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |
| DERSİN SEVİYESİ                              | Lisans                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |
| DERSİN TÜRÜ                                  | Seçmeli @İstatistik Lisans Programı<br>Seçmeli @Matematik Lisans Programı                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |
| DERSİN KATEGORİSİ                            | Uzmanlık / Alan Dersleri                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |
| DERSİN VERİLİŞ ŞEKLİ                         | Yüz Yüze                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |
| DERSİ SUNAN AKADEMİK BİRİM                   | İstatistik Bölümü                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |
| DERSİN KOORDİNATÖRÜ                          | Coşkun PARİM                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |
| ASİSTAN(LAR)                                 |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |
| DERSİN AMACI                                 | Bu dersin amacı, öğrencilerin rastgeleliği süreçsel olarak kavramalarını, stokastik modeller kurmalarını ve bu modeller üzerinde analizler yapabilmelerini sağlamaktır. Ayrıca, öğrencilerin olasılık teorisinin temel bilgisine sahip olmaları ve stokastik modellemede kullanılan başlıca stokastik süreçleri tanımları hedeflenmektedir.                                                                                                                                                                                                                  |
| DERSİN İÇERİĞİ                               | Olasılık Uzayları ve Olasılığın Temel Kavramları; Stokastik Süreçler; Stokastik Süreçlerin Sınıflandırılması; Gauss, Poisson ve Wiener Süreçleri; Stokastik Süreçlerin Karakteristikleri: Ortalama Değer; Varyans; Kovaryans; Korelasyon Fonksiyonları; Markov Zinciri; Markov Özelliği; Bir Sürecin Markov Zinciri ile İfade Edilmesi; Geçiş Olasılıkları; Kolmogorov-Chapman Denklemleri; Markov Zincirinin Durumlarının Sınıflandırılması; Ergodik Markov Zincirleri; Denge Durum Koşulları; Durum Değişimi İçin Gerekli Adım Sayısı.                     |
| DERS KİTABI / MALZEMESİ / ÖNERİLEN KAYNAKLAR | <b>Ders Kitabı:</b><br>Özel Kadılar, Gamze. <i>Stokastik Süreçler ve R Uygulamaları: Teori – Uygulama.</i> , 1. Baskı, Seçkin Yayıncılık, 2020.<br><b>Zorunlu Kaynaklar:</b><br>[1] Jones, Robert. <i>Introduction to Stochastic Processes with R.</i> , Wiley, 2019.<br><b>Önerilen Kaynaklar:</b><br>Kallenberg, Olav. <i>Random Measures: Theory and Applications.</i> , Springer, 2017.                                                                                                                                                                  |
| Ders Öğrenim Çıktıları                       | Bu dersi başarıyla tamamlayan öğrenciler,<br>1. Rasgele fonksiyonları ve stokastik süreçleri analiz edebileceklerdir.<br>2. Stokastik süreçte beklenen değeri, varyansı hesaplayabileceklerdir.<br>3. Durağan süreçler hakkında teorik ve uygulamaya yönelik bilgi kazanabileceklerdir.<br>4. Bağımsız süreçler hakkında teorik ve uygulamaya yönelik bilgi kazanabileceklerdir.<br>5. Markov süreçleri hakkında teorik ve uygulamaya yönelik bilgi kazanabileceklerdir.<br>6. R/Python programı yardımıyla stokastik süreçlerin çözümünü yapabileceklerdir. |



| DEĞERLENDİRME SİSTEMİ                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |      |            |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------|------------|
| Etkinlikler                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          | Sayı | Katkı Payı |
| <b>Devam/Katılım</b> <ul style="list-style-type: none"><li>• <b>İçerik:</b> Öğrencilerin derse devam etmeleri ve katılmaları</li><li>• <b>Detaylı Değerlendirme Kriterleri:</b><ul style="list-style-type: none"><li>- Derse aktif katılım ve soru sorma</li><li>- Sınıf-içi tartışmalara ve problem çözme süreçlerine katkı sağlayabilme</li></ul></li></ul>                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |      |            |
| <b>Laboratuvar</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |      |            |
| <b>Uygulama (Sözlü Sınav):</b> <ul style="list-style-type: none"><li>• <b>İçerik:</b> Öğrencilerden stokastik süreçler dersinin temel kavramlarını açıklamalarının ve uygulamalı bir soruya çözüm önerisi sunmalarının istenmesi</li><li>• <b>Format:</b> Öğrenci ile bireysel olarak gerçekleştirilecek sözlü sınav (5-10 dakika)</li><li>• <b>Detaylı Değerlendirme Kriterleri</b><ul style="list-style-type: none"><li>- Kavramları açıklayabilme</li><li>- Problem çözebilme</li><li>- Problem çözümlerini anlatabilme</li></ul></li></ul>                                                                                                                       |      |            |
| <b>Arazi Çalışması</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |      |            |
| <b>Derse Özgü Staj</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |      |            |
| <b>Küçük Sınavlar/Stüdyo Kritiği (Zorunlu):</b> <ul style="list-style-type: none"><li>• <b>İçerik:</b> Sınav haftasına kadar işlenen konuların tümünü kapsayan kapsamlı soruların sorulması</li><li>• <b>Format:</b> Yüz yüze. Çoktan seçmeli kısa sınav (5-10 dakika)</li><li>• <b>Detaylı Değerlendirme Kriterleri:</b><ul style="list-style-type: none"><li>- Derste işlenen teorik konular ile ilgili problemleri çözebilme</li></ul></li></ul>                                                                                                                                                                                                                  | 4    | %20        |
| <b>Ödev</b> <ul style="list-style-type: none"><li>• <b>İçerik:</b> Derste işlenen temel kavramların eleştirel biçimde yorumlanmasını ve ilgili kavramların disiplin-içi ve disiplinlerarası alanlarda örneklerinin bulunmasını içeren haftalık ödevlerin verilmesi</li><li>• <b>Format:</b> Yazılı raporlar ve grup sunumları</li><li>• <b>Detaylı Değerlendirme Kriterleri</b><ul style="list-style-type: none"><li>- Bir problemin çözüm sürecini mantıklı ve doğru bir şekilde yazabilme</li><li>- Kavramların uygulamadaki örneklerini bulabilme</li><li>- Uygulamalı düşünebilme, yorumlama ve gerekçelendirme süreçlerinin yürütülebilmesi</li></ul></li></ul> |      |            |
| <b>Sunum/Jüri</b> <ul style="list-style-type: none"><li>• <b>İçerik:</b> Öğrencilerin kendi öğrenme süreçlerini değerlendirmelerinin ve grup sunumları yapmalarının istenmesi</li><li>• <b>Format:</b> Grup sunumları</li><li>• <b>Detaylı Değerlendirme Kriterleri</b><ul style="list-style-type: none"><li>- Öğrenilen konuların doğru bir şekilde açıklanabilmesi</li><li>- Sunum tekniklerinin doğru kullanılması</li></ul></li></ul>                                                                                                                                                                                                                            |      |            |
| <b>Proje</b> <ul style="list-style-type: none"><li>• <b>İçerik:</b> Öğrencilerden akademik dönem sonunda teslim edilecek bir proje önerisi (Tübitak 2209 A/B) yazmalarının istenmesi</li><li>• <b>Format:</b> Yazılı raporlar ve grup sunumları</li><li>• <b>Detaylı Değerlendirme Kriterleri:</b><ul style="list-style-type: none"><li>- Özgün bir araştırma konusunun bulunması</li><li>- Bir araştırma önerisinin bilimsel ilkeler ve ilgili kılavuzlar doğrultusunda yazılabilmesi</li></ul></li></ul>                                                                                                                                                           |      |            |
| <b>Seminer/Workshop</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |      |            |
| <b>Ara Sınavlar</b> <ul style="list-style-type: none"><li>• <b>İçerik:</b> Sınav haftasına kadar işlenen konuların tümünü kapsayan</li></ul>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         | 1    | %40        |



| <ul style="list-style-type: none"><li>kapsamlı sorular</li><li><b>Format:</b> Yüz yüze. Sınav (60 Dakika)</li><li><b>Detaylı Değerlendirme Kriterleri:</b><ul style="list-style-type: none"><li>Dersin temel kavramlarının anlaşıldığının gösterilmesi</li><li>Teorik konularla ilgili problemlerin çözülebilmesi</li><li>Teorik düşünme süreçlerinin yürütülmesi</li></ul></li></ul>                                      |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |                                                                                                                                                                                                                                          |      |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------|
| <b>Final</b> <ul style="list-style-type: none"><li><b>İçerik:</b> Dersin tüm içeriğini kapsayan kapsamlı sorular</li><li><b>Format:</b> Yüz Yüze. Sınav (60 dakika)</li><li><b>Detaylı Değerlendirme Kriterleri:</b><ul style="list-style-type: none"><li>Derste işlenen tüm konuların derinlemesine kavranmış olduğunun gösterilmesi</li><li>İleri düzey problem çözme becerilerinin kullanılabilmesi</li></ul></li></ul> |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  | 1                                                                                                                                                                                                                                        | %40  |
| <b>Detaylı Değerlendirme Kriterleri</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |                                                                                                                                                                                                                                          |      |
| <b>Dönem İçi Çalışmaların Başarı Notuna Katkısı</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |                                                                                                                                                                                                                                          | %60  |
| <b>Final Sınavının Başarı Notuna Katkısı</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |                                                                                                                                                                                                                                          | %40  |
| <b>TOPLAM</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |                                                                                                                                                                                                                                          | %100 |
| <b>HAFTALIK KONULAR VE İLGİLİ ÖN HAZIRLIK ÇALIŞMALARI</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |                                                                                                                                                                                                                                          |      |
| HAFTALAR                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   | KONULAR                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          | Ön Hazırlık                                                                                                                                                                                                                              |      |
| 1                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          | <b>Konu Anlatımı:</b> Stokastik süreçlere giriş, temel kavramlar, rastgelelik ve olasılık teorisi ile ilişkisi.<br><b>Sınıf-içi Uygulama (5 dk.):</b> Günlük yaşamdan stokastik süreç örnekleri.<br><b>Sınıf-içi Tartışma (5 dk.):</b> Rastgeleliğin mühendislik ve sosyal bilimlerdeki rolü.                                    | 1. Stokastik süreçlerin tanımı ve temel kavramlar. Kaynak: Ders Kitabı, 21-27.<br>2. Stokastik süreçlerin sınıflandırılması ve örnekler. Kaynak: Ders Kitabı, 29-35.                                                                     |      |
| 2                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          | <b>Konu Anlatımı:</b> Olasılık teorisinin temel kavramlarının tekrar edilmesi ve stokastik süreçlerdeki yeri.<br><b>Sınıf-içi Uygulama (5 dk.):</b> Basit olasılık örnekleri.<br><b>Sınıf-içi Tartışma (5 dk.):</b> Olasılığın stokastik modellemedeki önemi.                                                                    | 1. Örneklem uzayı ve olasılık aksiyomları. Kaynak: Ders Kitabı, 329-334.<br>2. Koşullu olasılık ve bağımsızlık kavramları. Kaynak: Ders Kitabı, 336-338.                                                                                 |      |
| 3                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          | <b>Konu Anlatımı:</b> Olasılık teorisi ve dağılımlar.<br><b>Sınıf-içi Uygulama (5 dk.):</b> Dağılımlar üzerinden hesaplama.<br><b>Sınıf-içi Tartışma (5 dk.):</b> Dağılımların gerçek yaşamda kullanımı.<br><b>Kısa Sınav 1 (15 dk.):</b> Ders sonunda, derste işlenen konuları içeren bir kısa sınavın yapılması.               | 1. Temel olasılık kavramları ve özellikler. Kaynak: Ders Kitabı, 329-344.<br>2. Özel kesikli ve sürekli dağılımlar. Kaynak: Ders Kitabı, 348-362.<br>3. <b>Kısa Sınav 1:</b> Olasılık teorisi ve dağılımlar. Ders Kitabı, 21-35; 329-338 |      |
| 4                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          | <b>Konu Anlatımı:</b> Kesikli parametrelili Markov zincirlerine giriş, temel tanımlar ve özellikler.<br><b>Sınıf-içi Uygulama (5 dk.):</b> Basit bir Markov zinciri oluşturma.<br><b>Sınıf-içi Tartışma (5 dk.):</b> Markov zincirlerinin kullanım alanları.                                                                     | 1. Markov süreci ve zincirleri. Kaynak: Ders Kitabı, 59-61.<br>2. Temel özellikler ve örnekler. Kaynak: Ders Kitabı, 61-77.                                                                                                              |      |
| 5                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          | <b>Konu Anlatımı:</b> Geçiş olasılık matrisleri ve ilk geçiş olasılıkları.<br><b>Sınıf-içi Uygulama (5 dk.):</b> Geçiş matrisi ile hesaplama.<br><b>Sınıf-içi Tartışma (5 dk.):</b> Uzun dönem davranışın yorumlanması.<br><b>Kısa Sınav 2 (15 dk.):</b> Ders sonunda, derste işlenen konuları içeren bir kısa sınavın yapılması | 1. İlk geçiş olasılığı ve zamanı. Kaynak: Ders Kitabı, 78.<br>2. Durumların sınıflandırılması. Kaynak: Ders Kitabı, 79-92.<br>3. <b>Kısa Sınav 2:</b> Markov zincirleri ve geçiş matrisleri. Ders Kitabı, 59-78.                         |      |
| 6                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          | <b>Konu Anlatımı:</b> İndirgenebilir ve indirgenemez zincirler, yutulma olasılıkları                                                                                                                                                                                                                                             | 1. İndirgenemez Markov zincirleri. Kaynak: Ders Kitabı, 92-101.<br>2. Ortalama yutulma zamanı ve olasılıkları.                                                                                                                           |      |



|    |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |                                                                                                                                                                                                                                                                               |
|----|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|    | <b>Sınıf-içi Uygulama (5 dk.):</b> Dönüş ve geçiş olasılıklarının yorumlanması.<br><b>Sınıf-içi Tartışma (5 dk.):</b> Zincirlerin pratik uygulamaları.                                                                                                                                                                    | Kaynak: Ders Kitabı, 103-105.                                                                                                                                                                                                                                                 |
| 7  | <b>Konu Anlatımı:</b> Rasgele yürüyüş süreçleri.<br><b>Sınıf-içi Uygulama (5 dk.):</b> Bir rasgele yürüyüş örneği çözümü.<br><b>Sınıf-içi Tartışma (5 dk.):</b> Rasgele yürüyüşlerin farklı alanlardaki önemi.                                                                                                            | 1. Bariyersiz rasgele yürüyüş süreçleri. Kaynak: Ders Kitabı, 149-159.<br>2. Bariyerli ve grafik üzerindeki yürüyüşler. Kaynak: Ders Kitabı, 159-186.                                                                                                                         |
| 8  | <b>Ara Sınav 1</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                        | Sınav haftasına kadar işlenen konuların tümünün tekrar edilmesi                                                                                                                                                                                                               |
| 9  | <b>Konu Anlatımı:</b> Sürekli zamanlı Markov süreçleri ve Poisson süreçleri.<br><b>Sınıf-içi Uygulama (5 dk.):</b> Poisson süreci için örnek problem çözümü.<br><b>Sınıf-içi Tartışma (5 dk.):</b> Poisson süreçlerinin uygulama alanları.                                                                                | 1. Geçiş olasılıkları. Kaynak: Ders Kitabı, 190-210.<br>2. Poisson süreçleri. Kaynak: Ders Kitabı, 211-223.                                                                                                                                                                   |
| 10 | <b>Konu Anlatımı:</b> Doğum-ölüm süreçleri ve salt doğum/ölüm modelleri.<br><b>Sınıf-içi Uygulama (5 dk.):</b> Doğum-ölüm süreci örneği.<br><b>Sınıf-içi Tartışma (5 dk.):</b> Kuyruk sistemleri ile ilişkisi.                                                                                                            | 1. Doğum-ölüm süreci. Kaynak: Ders Kitabı, 224-230.<br>2. Salt doğum ve ölüm süreçleri. Kaynak: Ders Kitabı, 230-233.                                                                                                                                                         |
| 11 | <b>Konu Anlatımı:</b> Dallanma süreçlerine giriş.<br><b>Sınıf-içi Uygulama (5 dk.):</b> Yok olma olasılığı hesaplama.<br><b>Sınıf-içi Tartışma (5 dk.):</b> Dallanma süreçlerinin uygulamaları.<br><b>Kısa Sınav 3 (15 dk.):</b> Ders sonunda, derste işlenen konuları içeren bir kısa sınavın yapılması                  | 1. Olasılık yaratıcı fonksiyonlar ve temel özellikler. Kaynak: Ders Kitabı, 247-258.<br>2. Yok olma zamanı ve olasılığı. Kaynak: Ders Kitabı, 259-261.<br>3. <b>Kısa Sınav 3:</b> Poisson, doğum-ölüm ve dallanma süreçleri. Ders Kitabı, 190-261.                            |
| 12 | <b>Konu Anlatımı:</b> Yenileme süreçleri.<br><b>Sınıf-içi Uygulama (5 dk.):</b> Yenileme süreci örneği.<br><b>Sınıf-içi Tartışma (5 dk.):</b> Yenileme süreçlerinin uygulamaları.                                                                                                                                         | 1. Sürekli parametrelili yenileme süreçleri. Kaynak: Ders Kitabı, 289-297.<br>2. Kesikli parametrelili yenileme süreçleri. Kaynak: Ders Kitabı, 298-302.                                                                                                                      |
| 13 | <b>Konu Anlatımı:</b> Brownian hareketi ve çeşitleri.<br><b>Sınıf-içi Uygulama (5 dk.):</b> Brownian hareketi simülasyonu.<br><b>Sınıf-içi Tartışma (5 dk.):</b> Finansal modellemede Brownian hareketinin rolü.<br><b>Kısa Sınav 4 (15 dk.):</b> Ders sonunda, derste işlenen konuları içeren bir kısa sınavın yapılması | 1. Standart Brownian hareketi ve ilk aşma zamanı. Kaynak: Ders Kitabı, 304-313.<br>2. Aritmetik ve geometrik Brownian hareketi. Kaynak: Ders Kitabı, 313-326.<br>3. <b>Kısa Sınav 4:</b> Yenileme süreçleri, Brownian hareketi ve uygulamaları. Kaynak: Ders Kitabı, 298-326. |
| 14 | <b>Konu Anlatımı:</b> Wiener süreçleri ve stokastik diferansiyel denklemlere giriş.<br><b>Sınıf-içi Uygulama (5 dk.):</b> Wiener süreci üzerinden örnek çözüm.<br><b>Sınıf-içi Tartışma (5 dk.):</b> Gerçek hayatta Wiener süreci uygulamaları.                                                                           | 1. Wiener süreçlerinin tanıtılması. Kaynak: Ders Kitabı, 166-172.<br>2. Stokastik diferansiyel denklemlere giriş. Kaynak: Ders Kitabı, 173-180.                                                                                                                               |
| 15 | <b>Konu Anlatımı:</b> R ve Python'da Stokastik Süreç Örneklerinin Çözümü<br><b>Sınıf-içi Uygulama (5 dk.):</b> Programlama dillerinin tanıtılması<br><b>Sınıf-içi Tartışma (5 dk.):</b> Programlama dillerinin bilinmesinin öneminin tartışılması                                                                         | 1. R ve Python dillerinin her ikisinde de dersin konuları üzerine yapılacak bir uygulamanın kodlarının hazırlanması ve örneklendirilmesi.                                                                                                                                     |
| 16 | <b>Final</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                              | İşlenen konuların tümünün tekrar edilmesi                                                                                                                                                                                                                                     |

**AKTS İŞYÜKÜ TABLOSU**

| Etkinlikler                                         | Sayı | Süresi<br>(Saat) | Toplam İşyükü |
|-----------------------------------------------------|------|------------------|---------------|
| Ders Saati                                          | 14   | 3                | 42            |
| Laboratuvar                                         |      |                  |               |
| Uygulama                                            |      |                  |               |
| Arazi Çalışması                                     |      |                  |               |
| Sınıf Dışı Ders Çalışması                           | 14   | 5                | 70            |
| Derse Özgü Staj                                     |      |                  |               |
| Ödev                                                |      |                  |               |
| Küçük Sınavlar/Stüdyo Kritiği                       | 4    | 2                | 8             |
| Projeler                                            |      |                  |               |
| Sunum / Seminer                                     |      |                  |               |
| Ara Sınavlar (Sınav Süresi + Sınav Hazırlık Süresi) | 1    | 12               | 12            |
| Final (Sınav Süresi + Sınav Hazırlık Süresi)        | 1    | 18               | 18            |
| Toplam İşyükü:                                      |      |                  | 150           |
| Toplam İşyükü / 30(s):                              |      |                  | 5.00          |
| AKTS Kredisi:                                       |      |                  | 5             |

# COURSE INFORMATION FORM



|                                 |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |
|---------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| FACULTY / GRADUATE SCHOOL       | Faculty of Arts and Sciences                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |
| DEPARTMENT / PROGRAMME          | Statistics                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |
| TITLE OF COURSE                 | Stochastic Processes                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |
| CODE                            | IST3132                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |
| LOCAL CREDIT                    | 3                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |
| ECTS                            | 5                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |
| LECTURE HOUR / WEEK             | 3                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |
| PRACTICAL HOUR / WEEK           | 0                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |
| LABORATORY HOUR / WEEK          | 0                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |
| PREREQUISITE                    | None                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |
| SEMESTER                        | Fall                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |
| COURSE LANGUAGE                 | English, Turkish                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |
| LEVEL OF COURSE                 | First Cycle                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |
| COURSE TYPE                     | Elective @ Bachelor Programme in Statistics (%30 English)<br>Elective @ Bachelor Programme in Mathematics                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |
| COURSE CATEGORY                 | Major Area Courses                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |
| MODE OF DELIVERY                | Face-to-Face                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |
| OWNER ACADEMIC UNIT             | Department of Statistics                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |
| COURSE COORDINATOR              | Coşkun PARİM                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |
| ASSISTANT(S)                    |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |
| COURSE OBJECTIVES               | This course aims to enable students to conceptually understand randomness as a process, develop stochastic models, and perform analyses on these models. Additionally, the course aims to ensure that students gain fundamental knowledge of probability theory and become familiar with the main stochastic processes used in stochastic modeling.                                                                                                                                                                                                                                                                                     |
| COURSE CONTENT                  | Probability Spaces and Basic Concepts of Probability; Stochastic Processes; Classification of Stochastic Processes; Gaussian, Poisson, and Wiener Processes; Characteristics of Stochastic Processes: Mean; Variance; Covariance; Correlation Functions; Markov Chain; Markov Property; Representation of a Process by a Markov Chain; Transition Probabilities; Kolmogorov-Chapman Equations; Classification of States in a Markov Chain; Ergodic Markov Chains; Steady-State Conditions; Number of Steps Required for State Transition.                                                                                               |
| RECOMMENDED OR REQUIRED READING | <p><b>Coursebook:</b></p> <p>Özel Kadılar, Gamze. <i>Stokastik Süreçler ve R Uygulamaları: Teori-Uygulama.</i>, 1th Edition, Seçkin Publishing, 2020.</p> <p><b>Required Readings:</b></p> <p>[1] Jones, Robert. <i>Introduction to Stochastic Processes with R.</i>, Wiley, 2019.</p> <p><b>Recommended Readings:</b></p> <p>Kallenberg, Olav. <i>Random Measures: Theory and Applications.</i>, Springer, 2017.</p>                                                                                                                                                                                                                   |
| COURSE LEARNING OUTCOMES        | <p>Upon successful completion of this course, students will be able to:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Analyse random functions and stochastic processes.</li> <li>2. Gain to calculate the expected value and variance in a stochastic process.</li> <li>3. Gain both theoretical and practical knowledge about stationary processes.</li> <li>4. Gain both theoretical and practical knowledge about independent increment processes.</li> <li>5. Gain both theoretical and practical knowledge about Markov processes.</li> <li>6. Solve stochastic processes using the R or Python programming languages.</li> </ol> |



### EVALUATION SYSTEM

| Activities                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    | Number | Percentage of Grade |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------|---------------------|
| <b>Attendance/Participation</b> <ul style="list-style-type: none"><li>• <b>Content:</b> Student attendance and participation in the course.</li><li>• <b>Detailed Assessment Criteria:</b><ul style="list-style-type: none"><li>- Active participation in lessons and asking questions</li><li>- Ability to contribute to in-class discussions and problem-solving processes</li></ul></li></ul>                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |        |                     |
| <b>Laboratory</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |        |                     |
| <b>Application (Oral Examination):</b> <ul style="list-style-type: none"><li>• <b>Content:</b> Students will be asked to explain fundamental concepts of Stochastic Processes and to propose a solution to a practical problem.</li><li>• <b>Format:</b> Individual oral examination with each student (5-10 minutes)</li><li>• <b>Detailed Assessment Criteria:</b><ul style="list-style-type: none"><li>- Ability to explain concepts</li><li>- Ability to solve problems</li><li>- Ability to articulate problem solutions</li></ul></li></ul>                                                                                                                                                             |        |                     |
| <b>Field Work</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |        |                     |
| <b>Special Course Internship (Work Placement)</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |        |                     |
| <b>Quizzes/Studio Critics</b> <ul style="list-style-type: none"><li>• <b>Content:</b> Comprehensive questions covering all topics addressed up to the exam week</li><li>• <b>Format:</b> Face-to-face multiple-choice quiz (5-10 minutes)</li><li>• <b>Detailed Assessment Criteria:</b><ul style="list-style-type: none"><li>- Ability to solve problems related to the theoretical topics covered in the course</li></ul></li></ul>                                                                                                                                                                                                                                                                         | 4      | %20                 |
| <b>Homework Assignments</b> <ul style="list-style-type: none"><li>• <b>Content:</b> Weekly assignments requiring critical analysis of fundamental concepts covered in class and identification of examples of these concepts within both intra-disciplinary and interdisciplinary contexts</li><li>• <b>Format:</b> Written reports and group presentations</li><li>• <b>Detailed Assessment Criteria</b><ul style="list-style-type: none"><li>- Ability to logically and accurately demonstrate the problem-solving process</li><li>- Ability to find practical examples of the concepts</li><li>- Ability to carry out processes of applied thinking, interpretation, and justification</li></ul></li></ul> |        |                     |
| <b>Presentations/Jury</b> <ul style="list-style-type: none"><li>• <b>Content:</b> Students will be asked to evaluate their own learning processes and deliver group presentations</li><li>• <b>Format:</b> Group presentations</li><li>• <b>Detailed Assessment Criteria</b><ul style="list-style-type: none"><li>- Ability to accurately explain the topics learned</li><li>- Proper use of presentation techniques</li></ul></li></ul>                                                                                                                                                                                                                                                                      |        |                     |
| <b>Project</b> <ul style="list-style-type: none"><li>• <b>Content:</b> Students will be asked to write a project proposal (TÜBİTAK 2209 A/B) to be submitted at the end of the academic term.</li><li>• <b>Format:</b> Yazılı raporlar ve grup sunumları</li><li>• <b>Detailed Assessment Criteria:</b><ul style="list-style-type: none"><li>- Ability to identify an original research topic</li><li>- Ability to write a research proposal in accordance with scientific principles and relevant guidelines</li></ul></li></ul>                                                                                                                                                                             |        |                     |
| <b>Seminar/Workshop</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |        |                     |
| <b>Mid-Terms<br/>Ara Sınavlar</b> <ul style="list-style-type: none"><li>• <b>Content:</b> Comprehensive questions covering all topics addressed up</li></ul>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  | 1      | %40                 |



|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |   |             |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---|-------------|
| to the exam week<br>• <b>Format:</b> Face-to-face written exam. (60 minutes).<br>• <b>Detailed Assessment Criteria:</b><br>- Demonstration of understanding of the fundamental concepts of the course<br>- Ability to solve problems related to theoretical topics<br>- Ability to carry out theoretical reasoning processes                        |   |             |
| <b>Final</b><br>• <b>Content:</b> Comprehensive questions covering the entire content of the course<br>• <b>Format:</b> Face-to-face written exam. (60 minutes).<br>• <b>Detailed Assessment Criteria:</b><br>- Ability to apply advanced problem-solving skills<br>- Demonstration of a thorough understanding of all topics covered in the course | 1 | %40         |
| <b>Percentage of In-Term Studies</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |   | <b>%60</b>  |
| <b>Percentage of Final Examination</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |   | <b>%40</b>  |
| <b>TOTAL</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |   | <b>%100</b> |

#### WEEKLY SUBJECTS AND RELATED PREPARATION STUDIES

| WEEKS | COURSE OUTLINE                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      | Related Preparation                                                                                                                                                                                                                                    |
|-------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1     | <b>Lecture:</b> Introduction to stochastic processes, basic concepts, randomness, and relationship with probability theory.<br><b>Quick Practice (5 minutes):</b> Examples of stochastic processes from daily life.<br><b>In-Class Discussion (5 minutes):</b> The role of randomness in engineering and social sciences.           | 1. Definition and basic concepts of stochastic processes. Source: Coursebook, pp. 21-27.<br>2. Classification and examples of stochastic processes. Source: Coursebook, pp. 29-35.                                                                     |
| 2     | <b>Lecture:</b> Review of basic probability concepts and their role in stochastic processes.<br><b>Quick Practice (5 minutes):</b> Simple probability examples.<br><b>In-Class Discussion (5 minutes):</b> The importance of probability in stochastic modeling.                                                                    | 1. Sample space and probability axioms. Source: Coursebook, pp. 329-334.<br>2. Conditional probability and independence. Source: Coursebook, pp. 336-338.                                                                                              |
| 3     | <b>Lecture:</b> Probability theory and distributions.<br><b>Quick Practice (5 minutes):</b> Building a simple Markov chain.<br><b>In-Class Discussion (5 minutes):</b> The use of distributions in real-life applications.<br><b>Quiz 1 (15 min.):</b> A quiz at the end of the class covering the topics taught during the session | 1. Basic probability concepts and properties. Source: Coursebook, pp. 329-344.<br>2. Discrete and continuous distributions. Source: Coursebook, pp. 348-362.<br>3. <b>Quiz 1:</b> Probability theory and distributions. Coursebook, pp. 21-35; 329-338 |
| 4     | <b>Lecture:</b> Introduction to discrete-time Markov chains; basic definitions and properties.<br><b>Quick Practice (5 minutes):</b> Building a simple Markov chain.<br><b>In-Class Discussion (5 minutes):</b> Applications of Markov chains.                                                                                      | 1. Markov processes and chains. Source: Coursebook, pp. 59-61.<br>2. Basic properties and examples. Source: Coursebook, pp. 61-77.                                                                                                                     |
| 5     | <b>Lecture:</b> Transition probability matrices and first passage probabilities.<br><b>Quick Practice (5 minutes):</b> Calculations using a transition matrix.<br><b>In-Class Discussion (5 minutes):</b> Interpretation of long-term behavior.                                                                                     | 1. First passage probability and time. Source: Coursebook, p. 78.<br>2. Classification of states. Source: Coursebook, pp. 79-92.<br>3. <b>Quiz 2:</b> Markov chains and transition matrices. Coursebook 59-78.                                         |



|    |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |                                                                                                                                                                                                                                                                           |
|----|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|    | <b>Quiz 2 (15 min.):</b> A quiz at the end of the class covering the topics taught during the session                                                                                                                                                                                                                               |                                                                                                                                                                                                                                                                           |
| 6  | <b>Lecture:</b> Reducible and irreducible chains, absorption probabilities.<br><b>Quick Practice (5 minutes):</b> Interpretation of return and transition probabilities.<br><b>In-Class Discussion (5 minutes):</b> The importance of random walks in different fields.                                                             | 1. Irreducible Markov chains. Source: Coursebook, pp. 92-101.<br>2. Mean absorption time and probabilities. Source: Coursebook, pp. 103-105.                                                                                                                              |
| 7  | <b>Lecture:</b> Random walk processes.<br><b>Quick Practice (5 minutes):</b> Solving a random walk example.<br><b>In-Class Discussion (5 minutes):</b> The importance of dispersion measures in economics and social sciences.                                                                                                      | 1. Random walks without barriers. Source: Coursebook, pp. 149-159.<br>2. Random walks with barriers and on graphs. Source: Coursebook, pp. 159-186.                                                                                                                       |
| 8  | <b>Midterm 1</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    | Review of all topics covered up to the exam week.                                                                                                                                                                                                                         |
| 9  | <b>Lecture:</b> Continuous-time Markov processes and Poisson processes.<br><b>Quick Practice (5 minutes):</b> Solving an example of a Poisson process.<br><b>In-Class Discussion (5 minutes):</b> Applications of Poisson processes.                                                                                                | 1. Transition probabilities. Source: Coursebook, pp. 190-210.<br>2. Poisson processes. Source: Coursebook, pp. 211-223.                                                                                                                                                   |
| 10 | <b>Lecture:</b> Birth-death processes and pure birth/pure death models.<br><b>Quick Practice (5 minutes):</b> Solving a birth-death process problem.<br><b>In-Class Discussion (5 minutes):</b> Relationship to queueing systems.                                                                                                   | 1. Birth-death process. Source: Coursebook, pp. 224-230.<br>2. Pure birth and pure death processes. Source: Coursebook, pp. 230-233.                                                                                                                                      |
| 11 | <b>Lecture:</b> Introduction to branching processes.<br><b>Quick Practice (5 minutes):</b> Calculating extinction probabilities.<br><b>In-Class Discussion (5 minutes):</b> Real-life applications of branching processes.<br><b>Quiz 3 (15 min.):</b> A quiz at the end of the class covering the topics taught during the session | 1. Probability generating functions and basic properties. Source: Coursebook, pp. 247-258.<br>2. Extinction time and probabilities. Source: Coursebook, pp. 259-261.<br>3. <b>Quiz 3:</b> Poisson, birth-death, and branching processes. Coursebook, pp. 190-261.         |
| 12 | <b>Lecture:</b> Renewal processes.<br><b>Quick Practice (5 minutes):</b> Example of a renewal process.<br><b>In-Class Discussion (5 minutes):</b> Applications of renewal processes.                                                                                                                                                | 1. Continuous-time renewal processes. Source: Coursebook, pp. 289-297.<br>2. Discrete-time renewal processes. Source: Coursebook, pp. 298-302.                                                                                                                            |
| 13 | <b>Lecture:</b> Brownian motion and its types.<br><b>Quick Practice (5 minutes):</b> Simulating Brownian motion.<br><b>In-Class Discussion (5 minutes):</b> Role of Brownian motion in financial modeling.<br><b>Quiz 4 (15 min.):</b> A quiz at the end of the class covering the topics taught during the session                 | 1. Standard Brownian motion and first passage time. Source: Coursebook, pp. 304-313.<br>2. Arithmetic and geometric Brownian motion. Source: Coursebook, pp. 313-326.<br>3. <b>Quiz 4:</b> Renewal processes, brownian motion, and applications. Coursebook, pp. 298-326. |
| 14 | <b>Lecture:</b> Wiener processes and introduction to stochastic differential equations.<br><b>Quick Practice (5 minutes):</b> Solving an example using a Wiener process.                                                                                                                                                            | 1. Introduction to Wiener processes. Source: Coursebook, pp. 166-172.<br>2. Introduction to stochastic differential equations. Source: Coursebook, pp. 173-180.                                                                                                           |



|    |                                                                                                                                                                                                                                                                |                                                                                                                                                                                     |
|----|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|    | <b>In-Class Discussion (5 minutes):</b> Real-life applications of Wiener processes.                                                                                                                                                                            |                                                                                                                                                                                     |
| 15 | <b>Lecture:</b> Normality test based on skewness and kurtosis measures<br><b>Quick Practice (5 minutes):</b> Testing normality through skewness and kurtosis.<br><b>In-Class Discussion (5 minutes):</b> The importance of normality in professional practice. | 1. Evaluating the normal distribution using the skewness value. Source: Coursebook.<br>2. Evaluating the normal distribution using the kurtosis value. Source: Coursebook, 231-241. |
| 16 | <b>Final</b>                                                                                                                                                                                                                                                   | Review of all topics covered.                                                                                                                                                       |

#### ECTS WORKLOAD TABLE

| Activities                                                    | Number | Duration (Hour) | Total Workload |
|---------------------------------------------------------------|--------|-----------------|----------------|
| Course Hours                                                  | 14     | 2               | 28             |
| Laboratory                                                    |        |                 |                |
| Application                                                   |        |                 |                |
| Field Work                                                    |        |                 |                |
| Study Hours Out of Class                                      | 14     | 5               | 70             |
| Special Course Internship (Work Placement)                    |        |                 |                |
| Homework Assignments                                          |        |                 |                |
| Quizzes/Studio Critics                                        | 4      | 2               | 8              |
| Project                                                       |        |                 |                |
| Presentations / Seminar                                       |        |                 |                |
| Mid-Terms (Examination Duration + Examination Prep. Duration) | 1      | 12              | 12             |
| Final (Examination Duration + Examination Prep. Duration)     | 1      | 18              | 18             |
| Total Workload:                                               |        |                 | 150            |
| Total Workload / 30(h):                                       |        |                 | 5.00           |
| ECTS Credit:                                                  |        |                 | 5              |



**Ders Öğrenim Çıktısı & Program Çıktısı Matrisi**

|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               | <u>DÖÇ-1</u> | <u>DÖÇ-2</u> | <u>DÖÇ-3</u> | <u>DÖÇ-4</u> | <u>DÖÇ-5</u> | <u>DÖÇ-6</u> | <u>DÖÇ-7</u> | <u>DÖÇ-8</u> | <u>DÖÇ-9</u> |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|
| <b>PC-1</b> İstatistik biliminin temelini oluşturan teorik ve uygulamalı alanlardaki bilgilerini, alanla ilgili problemleri tanımlama, modelleme ve çözüm üretmede kullanabileceklerdir.<br><br>Use their theoretical and applied knowledge in the science of statistics to identify, model, and solve problems related to the field.                                                                                                                                                                                                         | 5            | 5            | 5            | 5            | 5            | 5            |              |              |              |
| <b>PC-2</b> İstatistiksel problemlerin belirlenmesi, uygun veri toplama yöntemlerinin seçilmesi, verinin düzenlenmesi ve yorumlanması süreçlerinde yeterlilik gösterecek ve bu problemlerin çözümünde gerekli analiz ve modelleme yöntemlerini seçip uygulayabileceklerdir.<br><br>Demonstrate competence in identifying statistical problems, selecting appropriate data collection methods, organizing and interpreting data, and select and apply necessary analysis and modelling methods to solve these problems.                        |              |              |              |              |              |              |              |              |              |
| <b>PC-3</b> Herhangi bir olgu, süreç ya da ürünü istatistiksel bakış açısıyla analiz edip yorumlayabilecek ve karşılaştıkları sorunlara uygun modern istatistiksel yöntemlerle çözüm geliştirebileceklerdir.<br><br>Analyse and interpret a phenomenon, process, or product from a statistical perspective and develop solutions to encountered problems using appropriate modern statistical methods.                                                                                                                                        | 5            | 5            | 5            | 5            | 5            | 5            |              |              |              |
| <b>PC-4</b> Disiplinlerarası bir yaklaşımla, farklı alanlarda edinmiş oldukları bilgileri sentezleyebileceklerdir.<br><br>Synthesise knowledge acquired from different disciplines through an interdisciplinary approach                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |              |              |              |              |              |              |              |              |              |
| <b>PC-5</b> İstatistik alanında edindikleri bilgi birikimlerini ve istatistiksel düşünme becerilerini, teorik istatistik, veri bilimi, finansal istatistik, sağlık bilimlerinde istatistik gibi disiplin-içi ve disiplinlerarası uzmanlık alanlarında geliştirebileceklerdir.<br><br>Advance their acquired knowledge in statistics and statistical thinking skills in both disciplinary and interdisciplinary areas of specialisation such as theoretical statistics, data science, financial statistics, and statistics in health sciences. |              |              |              |              |              |              |              |              |              |
| <b>PC-6</b> İstatistik alanında yaygın olarak kullanılan en az bir programlama dili ile bilgisayar ve yapay zekâ teknolojilerini, problemleri çözmek, veri analizi yapmak ve simülasyonlar gerçekleştirmek için kullanabileceklerdir.<br><br>Use at least one programming language and computer and artificial intelligence                                                                                                                                                                                                                   | 5            | 5            | 5            | 5            | 5            | 5            |              |              |              |



technologies widely employed in statistics for problem-solving, data analysis, and simulations.

**PÇ-7** İstatistik ve ilgili alanlardaki bilimsel ve teknolojik gelişmeleri izleyebilecek, kariyer fırsatlarını değerlendirerek kişisel ve mesleki gelişim hedeflerini belirleyebilecek ve bu hedeflere ulaşmak için hayat boyu öğrenme stratejilerini kullanabileceklerdir.

Follow scientific and technological developments in statistics and related fields, assess career opportunities, identify personal and professional development goals, and adopt lifelong learning strategies to achieve these goals

**PÇ-8** Bilimsel araştırmalarını ve mesleki faaliyetlerini yürütürken doğabilecek hukuksal sonuçları ve toplumsal etkileri dikkate alarak mesleki etik ilkeler, kalite standartları ile evrensel değerler doğrultusunda ve sosyal sorumluluk bilinci ve adalet duygusuyla hareket edebileceklerdir.

Act with a sense of social responsibility and justice and in accordance with professional ethical principles, quality standards, and universal values by taking into account potential legal and societal consequences of their scientific research and professional activities.

**PÇ-9** Bireysel olarak ya da takımlarda etkin biçimde çalışabileceklerdir.

Work effectively both independently and as part of a team.

**PÇ-10** İstatistik alanında güvenilir bilgi kaynaklarına ulaşarak literatür taraması yapabilecek ve akademik araştırma tasarlayıp yürütebileceklerdir.

Access reliable sources of information, conduct literature reviews, and design and carry out academic research in the field of statistics.

**PÇ-11** İstatistiksel konuları, teorileri, ispatları, araştırmaları ve problem çözümlerini, istatistiksel terminoloji kullanarak tüm paydaşlara Türkçe ve İngilizcede sözlü ve yazılı olarak etkili biçimde aktarabileceklerdir.

Effectively communicate statistical topics, theories, proofs, research, and problem solutions to all relevant stakeholders using appropriate mathematical terminology, both orally and in writing, in Turkish and in English.