

Contenus

| Nom du Cours | | Semestre du Cours | Cours Théoriques | Travaux Dirigés (TD) | Travaux Pratiques (TP) | Crédit du Cours | ECTS |
|--------------|------------------------------|-------------------|------------------|----------------------|------------------------|-----------------|------|
| MAT131 | Programmation Informatique I | 1 | 1 | 1 | 1 | 3 | 3 |

| | |
|---------------------------------|--|
| Cours Pré-Requis | |
| Conditions d'Admission au Cours | |

| | |
|-------------------|---|
| Langue du Cours | Français |
| Type de Cours | Obligatoire |
| Niveau du Cours | Licence |
| Objectif du Cours | MAT131 Bilgisayar Programlama 1 dersinde, bilgisayar bilimlerine giriş yapmak ve bilgisayar programlamanın temel kavramlarını öğrenmek için Python dilini kullanacağız. |
| Contenus | Python programlama dili ve bilgisayar bilimlerine giriş. |
| Ressources | |

Intitulés des Sujets Théoriques

| Semaine | Intitulés des Sujets |
|---------|--|
| 1 | Pensée algorithmique |
| 2 | Types de variables |
| 3 | Expressions conditionnelles |
| 4 | Opérateurs mathématiques |
| 5 | Expressions conditionnelles |
| 6 | Boucles |
| 7 | Boucles |
| 8 | Boucles et expressions conditionnelles |
| 9 | Boucles et expressions conditionnelles |
| 10 | Fonctions |
| 11 | Fonctions |
| 12 | Fonctions |
| 13 | Fonctions |
| 14 | Fonctions |

Contenus

| Nom du Cours | | Semestre du Cours | Cours Théoriques | Travaux Dirigés (TD) | Travaux Pratiques (TP) | Crédit du Cours | ECTS |
|--------------|----------------------|-------------------|------------------|----------------------|------------------------|-----------------|------|
| MAT116 | Géométrie Analytique | 1 | 3 | 2 | 0 | 5 | 8 |

| | |
|------------------|--|
| Cours Pré-Requis | |
|------------------|--|

| | |
|---------------------------------|---|
| Conditions d'Admission au Cours | |
| Langue du Cours | Français |
| Type de Cours | Obligatoire |
| Niveau du Cours | Licence |
| Objectif du Cours | Lise geometrisi, doğrusal cebir ve çok değişkenli analiz arasındaki bağları kurmak için gerekli analitik araçları geliştirmek, |
| Contenus | <p>Düzlem Geometrisi</p> <ul style="list-style-type: none"> -Düzlemde koordinatlar (kartezyen ve kutupsal), -Vektörler (Aritmetik, skaler çarpım, determinant, diklik, doğrusallık) -Karmaşık Sayılar (Aritmetik ve geometri, kutupsal gösterim), -Düzlemde doğru temsilleri (iki nokta, bir nokta ve bir yön vektörü, bir nokta ve bir dik vektör, kartezyen denklem, parametrik denklem) -Doğruların kesişim durumlarının denklem sistemleri ile incelenmesi (Gauss yöntemi, Matrisler, Cramer yöntemi) <p>Uzay Geometrisi</p> <ul style="list-style-type: none"> -Uzayda koordinatlar (kartezyen, silindirik, küresel), -Vektörler (Aritmetik, skaler çarpım, determinant, vektörel çarpım, diklik, doğrusallık) -Uzayda doğru ve düzlem temsilleri -Uzayda doğru ve düzlemlerin kesişim durumları, mesafeleri ve aralarındaki açıları hesaplama yöntemleri <p>Konikler</p> <ul style="list-style-type: none"> -Konik çeşitleri ve farklı temsilleri (geometrik, tek odaklı tanım, çift odaklı tanım, ikinci derece denklemler) -İkinci derece iki değişkenli denklemlerin sınıflandırılması |
| Ressources | <p>Paylaşılan ders notları</p> <p>Géométrie, Cours et Exercices, A. Warusfel et al., Vuibert 2002</p> <p>Géométrie élémentaire, André Gramain, Hermann, 1997.</p> <p>Précis de géométrie analytique, G.Papelier, Vuibert 1950.</p> <p>Exercices de géométrie analytique, P.Aubert, G.Papelier, Vuibert 1953.</p> <p>Cours de géométrie analytique, B. Niewengłowski, Gauthier-Villars, 1894.</p> |

Intitulés des Sujets Théoriques

| Semaine | Intitulés des Sujets |
|---------|---|
| 1 | Droite réelle, Notion de repère sur une droite et un plan, Systèmes des coordonnées (cartésiennes, polaires) |
| 2 | Vecteurs (Notion de vecteur dans le plan, sa définition formel, arithmétique des vecteurs, coordonnées des vecteurs, (in)dépendance linéaire) |
| 3 | La norme d'un vecteur, produit scalaire et determinant de deux vecteurs, leur géométrie, Nombres Complexes |
| 4 | Arithmétique des nombres complexes, Représentation des droites dans le plan |
| 5 | Intersection des droites, résolution des systèmes d'équations linéaires, Introduction aux matrices |
| 6 | Arithmétique des matrices 2x2 |
| 7 | Geometrie de l'espace 3 dimensionnel (repère, systèmes de coordonnées, vecteurs, produit vectoriel, determinant) |
| 8 | Examen partiel |
| 9 | Représentation des droites et des planes, leurs intersections |
| 10 | Intersections des droites et des plans |
| 11 | Introduction aux coniques, étude de types de coniques |
| 12 | Etude des coniques |

| Semaine | Intitulés des Sujets |
|---------|---|
| 13 | Classification des formes quadratiques à deux variables |
| 14 | Classification des formes quadratiques à deux variables |

Contenus

| Nom du Cours | | Semestre du Cours | Cours Théoriques | Travaux Dirigés (TD) | Travaux Pratiques (TP) | Crédit du Cours | ECTS |
|--------------|-----------------------------|-------------------|------------------|----------------------|------------------------|-----------------|------|
| MAT115 | Fondements de Mathématiques | 1 | 3 | 2 | 0 | 5 | 8 |

| | |
|---------------------------------|--|
| Cours Pré-Requis | |
| Conditions d'Admission au Cours | |

| | |
|-------------------|--|
| Langue du Cours | Français |
| Type de Cours | Obligatoire |
| Niveau du Cours | Licence |
| Objectif du Cours | Öğrencilere pür matematiğin konularını ve tekniklerini sunmak. |
| Contenus | <ul style="list-style-type: none"> - Kümeler - Mantık - İspat yöntemleri. - Bağintı kavramı, Denklik ve sıralama bağintıları - Modüler aritmetik - Fonksiyonlar ve özellikleri. -Sonsuzluğa Giriş-Sayılabılır ve sayılamaz sonsuzluk |
| Ressources | <ul style="list-style-type: none"> -Mathematical Proofs: A Transition to Advanced Mathematics Gary Chartrand, Albert D. Polimeni, Ping Zhang -Mathématiques 1ère année, Cours et exercices, Deschamps et Warusfel - Matematiğe Giriş, I-II, Ali Nesin, NMKY - Math en Ligne de Bernard Ycart: https://ljk.imag.fr/membres/Bernard.Ycart/mel/ -Sezgisel Kümeler Kuramı, Ali Nesin, NMKY |

Intitulés des Sujets Théoriques

| Semaine | Intitulés des Sujets |
|---------|------------------------------------|
| 1 | Ensembles |
| 2 | Introduction à la logique. |
| 3 | Introduction à la logique. |
| 4 | Méthodes de démonstration |
| 5 | Méthodes de démonstration |
| 6 | Méthodes de démonstration |
| 7 | Relations d'équivalence-Partitions |

| Semaine | Intitulés des Sujets |
|---------|----------------------------|
| 8 | Examen Partiel. |
| 9 | Relations d'ordre |
| 10 | Modulaire arithmétique |
| 11 | Fonctions |
| 12 | fonctions |
| 13 | Cardinalité des ensembles. |
| 14 | Cardinalité des ensembles. |

Contenus

| Nom du Cours | | Semestre du Cours | Cours Théoriques | Travaux Dirigés (TD) | Travaux Pratiques (TP) | Crédit du Cours | ECTS |
|--------------|--------------------------|-------------------|------------------|----------------------|------------------------|-----------------|------|
| MAT101 | Analyse à une variable I | 1 | 3 | 2 | 0 | 5 | 8 |

| | |
|---------------------------------|--|
| Cours Pré-Requis | |
| Conditions d'Admission au Cours | |

| | |
|-------------------|---|
| Langue du Cours | Français |
| Type de Cours | Obligatoire |
| Niveau du Cours | Licence |
| Objectif du Cours | Reel Analizin temel kavramlarını uygun matematiksel kesinlik içinde oluşturmak ve matematik eğitiminin devamı için gerekli yöntem ve bilgileri öğrenmek |
| Contenus | Reel Sayılar, Diziler, R'nin Topolojisi, Süreklilik, Limit, Türev |
| Ressources | <ul style="list-style-type: none"> - Analyse 1re année : Cours et exercices avec solution Liret, François, Dominique Martinais - Maths en pratique - 1re édition - A l'usage des étudiants Liret, Françoise - First Course in Real Analysis, Sterling K.Berberian, Springer - Mathématiques : tout-en-un : 1re année : cours et exercices corrigés : MPSI-PCSI Mathématiques : tout-en-un : 1re année : cours et exercices corrigés : MPSI-PCSI |

Intitulés des Sujets Théoriques

| Semaine | Intitulés des Sujets |
|---------|-----------------------------------|
| 1 | Langage, ensemble et applications |
| 2 | Propriétés des réels |
| 3 | Propriétés des réels |
| 4 | Partiel 1 |
| 5 | Suites |
| 6 | Suites |
| 7 | Limite et continuité |

| Semaine | Intitulés des Sujets |
|---------|----------------------|
| 8 | Limite et continuité |
| 9 | Limit et Continuite |
| 10 | Partiel 2 |
| 11 | Derivabilite |
| 12 | Derivabilite |
| 13 | Courbes Parametrees |
| 14 | Courbes Parametrees |

Contenus

| Nom du Cours | | Semestre du Cours | Cours Théoriques | Travaux Dirigés (TD) | Travaux Pratiques (TP) | Crédit du Cours | ECTS |
|--------------|------------------------------|-------------------|------------------|----------------------|------------------------|-----------------|------|
| FLF101 | Français CEF B2.1 académique | 1 | 4 | 0 | 0 | 2 | 2 |

| | |
|---------------------------------|--|
| Cours Pré-Requis | |
| Conditions d'Admission au Cours | |

| | |
|-------------------|--|
| Langue du Cours | Français |
| Type de Cours | Obligatoire |
| Niveau du Cours | Licence |
| Objectif du Cours | <ul style="list-style-type: none"> - Fransızca dil öğrenimine devam etmek ve hazırlık sınıfının sonunda ulaşılan seviyeyi pekiştirmek - Öğrencilerin Fransızca disiplin kursuna devam etmesine olanak vermek - Öğrencileri Delf/Dalf sertifikalarına hazırlamak |
| Contenus | <p>Haftalık 4 saat ders - 3 tartışma</p> <p>Bu kurs üç amaç etrafında düzenlenmiştir:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Daha fazla bilgi edinmek ve bilgi vermek - Karşılaştırma yapmak - Analiz etmek ve sentezlemek |
| Ressources | Öğretim elemanı tarafından hazırlanan dönem ders dosyası |

Intitulés des Sujets Théoriques

| Semaine | Intitulés des Sujets |
|---------|---|
| 1 | Activité d'expression orale : se présenter, présenter son projet universitaire et professionnel |
| 2 | Etape 1 du projet : interview par 2 sur le monde de la communication |
| 3 | Analyse de texte |
| 4 | Analyse de texte |
| 5 | Exposés |
| 6 | Exposés |
| 7 | Activité d'expression écrite |
| 8 | Analyse de texte |

| Semaine | Intitulés des Sujets |
|---------|-----------------------------|
| 9 | Analyse de texte |
| 10 | Analyse de documents |
| 11 | Activité d'expression orale |
| 12 | Présentations orales |
| 13 | Présentations orales |
| 14 | Bilan du cours |

Contenus

| Nom du Cours | | Semestre du Cours | Cours Théoriques | Travaux Dirigés (TD) | Travaux Pratiques (TP) | Crédit du Cours | ECTS |
|--------------|--|-------------------|------------------|----------------------|------------------------|-----------------|------|
| MAT231 | Algorithmes et Programmation Avancée I | 3 | 1 | 1 | 1 | 3 | 3 |

| | |
|---------------------------------|--|
| Cours Pré-Requis | |
| Conditions d'Admission au Cours | |

| | |
|-------------------|--|
| Langue du Cours | Français |
| Type de Cours | Obligatoire |
| Niveau du Cours | Licence |
| Objectif du Cours | Bu dersin amacı öğrencilerin programlama yeteneklerini temel algoritmaların, gerçeklemelerinin ve hesapsal problemlere uygulamalarının incelenmesi yoluyla geliştirmektir. |
| Contenus | Temel programlama tekrarı (Python ile): değişken, değer, ifade, atama, koşul, döngü, fonksiyon Veri yapıları: liste, dizi, çok boyutlu dizi, ağaç, yığıt, kuyruk Algoritmalar: sıralama, arama, agregasyon fonksiyonları Özyineleme: nümerik hesaplama, ağaçta gezinme Algoritma analizi: zaman/uzay karmaşıklığı, karmaşıklık sınıfları |
| Ressources | Algorithmique - 3ème édition - Cours avec 957 exercices et 158 problèmes - Cormen, Leiserson, Rivest, Stein Problem Solving with Algorithms and Data Structures Using Python - Bradley N Miller and David L. Ranum The Art of Computer Programming - Donald Knuth Python - How to Program - Deitel Data Structures and Algorithms Using Python - Rance D. Necaise Data Structures and Algorithms with Object-Oriented Design Patterns in Python - Bruno R. Preiss |

Intitulés des Sujets Théoriques

| Semaine | Intitulés des Sujets |
|---------|---|
| 1 | Introduction aux algorithmes, implementation de la division euclidienne |
| 2 | Complexité temporelle: Le plus grand et le plus petit diviseur |
| 3 | Recursion |
| 4 | Structures de Data I |
| 5 | Structures de Data II |

| Semaine | Intitulés des Sujets |
|---------|---|
| 6 | Structures de Data III |
| 7 | Algorithmes de Tri: Complexité et applications I |
| 8 | Partiel |
| 9 | Algorithmes de Tri: Complexité et application II |
| 10 | Types de Data Abstrait |
| 11 | Arbres |
| 12 | Algorithmes numériques: nombres aleatoires, racine carré |
| 13 | Recherche: recherche simple, recherche binaire, recherche récursive |
| 14 | Classes de complexité, comparaison d'algorithmes |

Contenus

| Nom du Cours | | Semestre du Cours | Cours Théoriques | Travaux Dirigés (TD) | Travaux Pratiques (TP) | Crédit du Cours | ECTS |
|--------------|---|-------------------|------------------|----------------------|------------------------|-----------------|------|
| MAT201 | Séries et Fonctions a Plusieurs Variables | 3 | 3 | 2 | 0 | 5 | 8 |

| | |
|---------------------------------|--------------------|
| Cours Pré-Requis | MAT101 VEYA MAT102 |
| Conditions d'Admission au Cours | MAT101 VEYA MAT102 |

| | |
|-------------------|--|
| Langue du Cours | Français |
| Type de Cours | Obligatoire |
| Niveau du Cours | Licence |
| Objectif du Cours | Seriler için yakınsaklık kavramını öğretmek, Yakınsaklığı test edebilmek için çeşitli teknikler öğretmek, Tek değişkenli reel fonksiyonlar için bilinen kavram ve teknikleri çok değişkenli duruma genişletebilmek, Çok değişkenli fonksiyonları tanımlayıp inceleyebilmeyi öğretmek, Çok değişkenli fonksiyonlar için limit ve türev tanımları yapıp türevlenebilirliği test edebilmek, Çok değişkenli fonksiyonların grafiklerini, grafiğe bir noktadaki teğet uzayın geometrisini öğrenmek, bunları diferansiyel ile ilişkilendirebilmeyi öğretmek. |
| Contenus | Sayısal seriler ve kuvvet serileri için yakınsaklık Taylor serileri Çok değişkenli fonksiyonlar ve grafikleri Çok değişkenli fonksiyonların limitleri ve süreklilik kavramı Çok değişkenli fonksiyonların kısmi ve yönlü türevleri. Çok değişkenli fonksiyonların türevlenebilirliği Çok değişkenli fonksiyonların diferansiyelleri |
| Ressources | Analyse 2eme année, François Liret, Dominique Martinais Analiz 1,2, Ali Nesin Calculus, James Stewart |

Intitulés des Sujets Théoriques

| Semaine | Intitulés des Sujets |
|---------|--|
| 1 | Séries, convergence absolue |
| 2 | Séries à termes positifs. Théorèmes de comparaison. Séries de Riemann Riemann. |
| 3 | Règles usuelles: Cauchy, D'Alembert, Abel |
| 4 | Séries alternées. |
| 5 | Series entieres |
| 6 | Series de Taylor |
| 7 | Partiel |
| 8 | Suites des fonctions, Convergence simple et uniforme d'une suite des fonctions |
| 9 | Théorème de Stone - Weierstrass |
| 10 | Fonctions a plusieurs variables, leurs graphes |
| 11 | Limite et continuité pour des foncitions a plusieurs variables |
| 12 | Derivee partielles, differentiability |
| 13 | Derivées secondes, theoreme de Schwarz |
| 14 | Optimisation |

Contenus

| Nom du Cours | | Semestre du Cours | Cours Théoriques | Travaux Dirigés (TD) | Travaux Pratiques (TP) | Crédit du Cours | ECTS |
|--------------|---------------------------------------|-------------------|------------------|----------------------|------------------------|-----------------|------|
| MAT204 | Introduction à la théorie des groupes | 3 | 3 | 2 | 0 | 5 | 8 |

| | |
|---------------------------------|--|
| Cours Pré-Requis | |
| Conditions d'Admission au Cours | |

| | |
|-------------------|---|
| Langue du Cours | Français |
| Type de Cours | Obligatoire |
| Niveau du Cours | Licence |
| Objectif du Cours | Ce cours présente une introduction à la théorie des groupes, un domaine central de l'algèbre moderne. Les étudiants y découvriront les notions de base comme les sous-groupes, les morphismes et les groupes quotients, qui permettent de formaliser la symétrie. L'accent sera mis sur la rigueur dans les démonstrations et la manipulation d'objets abstraits, compétences importantes pour progresser en mathématiques. |

| | |
|------------|--|
| Contenus | Propriétés des entiers Arithmétique modulaire Nombres complexes Relations d'équivalence Symétries d'un carré Groupes diédriques Propriétés des groupes Sous-groupe Propriétés des groupes cycliques Classification des sous-groupes Permutations Théorème de Cayley Isomorphismes Cosets Théorème de Lagrange Sous-groupes normaux et groupes de facteurs Homomorphismes de groupes Groupe quotient Action des groupes |
| Ressources | J.A. Gallian, Contemporary Abstract Algebra (à suivre). D. Dummit and R. Foote, Abstract Algebra (à suivre). N. Carter, Visual Group Theory. I. Kleiner, A History of Abstract Algebra. M. Macauley, https://www.math.clemson.edu/~macaule/ |

Intitulés des Sujets Théoriques

| Semaine | Intitulés des Sujets |
|---------|---|
| 1 | Notion de symmetrie |
| 2 | Definition d'un groupe, exemples de groupes, tableau d'operation, sous-groupes |
| 3 | Homomorphismes de groupes, operations avec des groupes |
| 4 | Noyau et image des homomorphismes, quioient d'un group par un sous-groupe, theoreme de Lagrange |
| 5 | Sous-groupes distinguees, groupes quotients, theoremes d'isomorphismes |
| 6 | Produit semi-direct |
| 7 | Action d'un groupe sur un ensemble |
| 8 | Partiel |
| 9 | Theoreme d'orbit-stabilisateur, Theoremes de Sylow |
| 10 | Theoremes de Sylow et ses applications |
| 11 | Anneaux, homomorphismes d'anneaux, noyau et image des homomorphismes, sous-anneaux et ideaux |
| 12 | Anneaux quotients, theoreme d'isomorphisme |
| 13 | Eléments irréductibles et premiers |
| 14 | Anneaux factorielles |

Contenus

| Nom du Cours | | Semestre du Cours | Cours Théoriques | Travaux Dirigés (TD) | Travaux Pratiques (TP) | Crédit du Cours | ECTS |
|--------------|---------------------|-------------------|------------------|----------------------|------------------------|-----------------|------|
| MAT262 | Algèbre Linéaire II | 3 | 3 | 2 | 0 | 5 | 8 |

| | |
|---------------------------------|--|
| Cours Pré-Requis | |
| Conditions d'Admission au Cours | |

| | |
|-------------------|---|
| Langue du Cours | Français |
| Type de Cours | Obligatoire |
| Niveau du Cours | Licence |
| Objectif du Cours | Doğrusal cebirin temellerini öğretmek. |
| Contenus | Hatırlatma: Determinant, Dual baz, Dual uzay, Öz Değerler, Öz Vektörler, Alt Uzaylar, Diyagonalleştirme. İç Çarpım Uzayları, Ortogonallik, Ortogonal Tümlen. İç çarpım uzayları üzerinde operatörler, adjoint, self-adjoint-normal operatörler. Teorem Spektral |
| Ressources | Linear Algebra Right Done, 4th edition 2025, S. Axler |

Intitulés des Sujets Théoriques

| Semaine | Intitulés des Sujets |
|---------|---|
| 1 | Introduction au cours, Rappels, Determinant Espace dual base dual |
| 2 | Valeurs Propres, Vecteurs Propres et Diagonalisation |
| 3 | Espace préhilbertien |
| 4 | Normes |
| 5 | Orthogonalité |
| 6 | Base Orthonormale |
| 7 | Complément orthogonal |
| 8 | Examen Partiel-Adjoint-Operateur Auto-adjoint |
| 9 | Opérateur Normal |
| 10 | Théorème Spectral |
| 11 | Examen Quiz-Opérateur Positive |
| 12 | Isométries |
| 13 | Opérateurs Unitaires |
| 14 | Factorisations |

Contenus

| Nom du Cours | | Semestre du Cours | Cours Théoriques | Travaux Dirigés (TD) | Travaux Pratiques (TP) | Crédit du Cours | ECTS |
|--------------|------------|-------------------|------------------|----------------------|------------------------|-----------------|------|
| MAT305 | Physique I | 5 | 3 | 0 | 0 | 3 | 5 |

| | |
|---------------------------------|--|
| Cours Pré-Requis | |
| Conditions d'Admission au Cours | |

| | |
|-----------------|-------------|
| Langue du Cours | Français |
| Type de Cours | Obligatoire |

| | |
|-------------------|--|
| Niveau du Cours | Licence |
| Objectif du Cours | Klasik mekaniğin kavram ve ilkelerine dayanan fizik metodolojisini sorgulama ve başlatma becerisi. Klasik mekaniğin temel ilkelerine dayalı olarak farklı durumları ve fiziksel olayları analiz edin: cisimlerin öteleme ve dönme hareketini tanımlayın, dinamik kavram ve yasalarını cisimlerin hareketinin analizine uygulayın. Araçlar: vektör denklemi projeksiyonu, kutupsal koordinatlar, vektör türevi ve vektör çarpımı (basit durumlar) |
| Contenus | Fiziksel nicelikler, standartlar ve birim sistemleri, vektörler, bir boyutta hareket, iki boyutta hareket, Newton Kanunları, iş, güç, enerji, enerjinin korunumu, parçacık sistemlerinin dinamiği ve çarpışmalar, dönmenin kinematiği ve dinamiği, tork ve açısal momentum, katı cisimlerin dengesi. |
| Ressources | - Physics for Scientists and Engineers by Serway and Jewett (Cengage Learning, 9th Edition, 2014) - Fundamentals of physics (Halliday and Resnick) - L'Univers Mécanique (Valentin) |

Intitulés des Sujets Théoriques

| Semaine | Intitulés des Sujets |
|---------|---|
| 1 | Notions de base, Elements Mathématiques, Physique et Mesure |
| 2 | Vecteurs |
| 3 | Mouvement en 1 dimension |
| 4 | Mouvement en 2 dimension |
| 5 | Lois du mouvement |
| 6 | Quelques applications des lois de Newton |
| 7 | Partiel 1 |
| 8 | Energie d'un système |
| 9 | Conservation de l'énergie |
| 10 | Gravitation universelle |
| 11 | Partiel 2 |
| 12 | Quantité de mouvement linéaire et collisions à 2 corps |
| 13 | Rotation des corps rigides |
| 14 | Moment cinétique |

Contenus

| Nom du Cours | | Semestre du Cours | Cours Théoriques | Travaux Dirigés (TD) | Travaux Pratiques (TP) | Crédit du Cours | ECTS |
|--------------|--------------------|-------------------|------------------|----------------------|------------------------|-----------------|------|
| MAT301 | Topologie Métrique | 5 | 3 | 2 | 0 | 5 | 8 |

| | |
|---------------------------------|----------------|
| Cours Pré-Requis | MAT101, MAT102 |
| Conditions d'Admission au Cours | MAT101, MAT102 |

| | |
|-----------------|-------------|
| Langue du Cours | Français |
| Type de Cours | Obligatoire |

| | |
|-------------------|--|
| Niveau du Cours | Licence |
| Objectif du Cours | Bu dersin amacı, metrik uzaylar teorisini tanıtarak, bu yapıların temel özelliklerini ve uygulamalarını öğretmektir. Öğrenciler, metrik uzaylar kavramını öğrenerek, analiz ve topolojideki önemli sonuçları derinlemesine kavrayacaklardır. Ayrıca, öğrencilerin soyut matematiksel düşünme becerilerini geliştirmek amaçlanmaktadır. |
| Contenus | Bu ders, metrik uzaylar teorisinin temel kavramlarını öğretmeyi amaçlamaktadır. İlk olarak, \mathbb{R} üzerindeki temel özellikler ve \mathbb{R} 'deki diziler üzerinde durulacak, ardından metrik uzay kavramı tanıtılacak ve çeşitli örneklerle desteklenecektir. Metrik uzaylardaki açık ve kapalı kümeler ele alınarak, bu yapıların temel özellikleri incelenecektir. Metrik uzaylardaki dizilerin yakınsaklığı ve tam metrik uzaylar kavramları detaylı olarak işlenecektir. Sürekli fonksiyonlar ve metrik uzaylarda süreklilik kavramları da dersin içeriğinde yer alacaktır. Ayrıca, metrik uzaylarda kompaktlık kavramı üzerinde durulacak ve bu konu üç hafta boyunca detaylı olarak ele alınacaktır. Dersin son kısmında ise Banach sabit nokta teoremi ve bu teoremin çeşitli uygulamaları üzerinde durulacaktır. |
| Ressources | An introduction to real analysis, Tosun Terzioğlu Burroni E, La topologie des espaces métriques : niveau L3 : cours et exercices corrigés |

Intitulés des Sujets Théoriques

| Semaine | Intitulés des Sujets |
|---------|---|
| 1 | Propriétés de l'ensemble des nombres réels |
| 2 | Suites dans l'ensemble des nombres réels, points d'accumulation des ensembles, valeurs limites des suites |
| 3 | Sous-ensembles ouverts et fermés de l'ensemble des nombres réels |
| 4 | Espaces métriques : définition et exemples |
| 5 | Ensembles ouverts et fermés dans les espaces métriques |
| 6 | Suites et convergence dans les espaces métriques, points d'accumulation des ensembles, valeurs limites des suites |
| 7 | Propriétés topologiques des espaces métriques : complétude |
| 8 | Propriétés topologiques des espaces métriques : compacité |
| 9 | Propriétés topologiques des espaces métriques : connexité |
| 10 | Suites et limites dans les espaces de fonctions |
| 11 | Ensembles ouverts et fermés dans les espaces de fonctions |
| 12 | Propriétés topologiques des espaces de fonctions |
| 13 | Théorème du point fixe de Banach |
| 14 | Applications du théorème du point fixe de Banach |

Contenus

| Nom du Cours | | Semestre du Cours | Cours Théoriques | Travaux Dirigés (TD) | Travaux Pratiques (TP) | Crédit du Cours | ECTS |
|--------------|-------------|-------------------|------------------|----------------------|------------------------|-----------------|------|
| MAT331 | Probabilité | 5 | 3 | 2 | 0 | 5 | 8 |

| | |
|---------------------------------|--|
| Cours Pré-Requis | |
| Conditions d'Admission au Cours | |

| | |
|-----------------|----------|
| Langue du Cours | Français |
|-----------------|----------|

| | |
|-------------------|---|
| Type de Cours | Obligatoire |
| Niveau du Cours | Licence |
| Objectif du Cours | Bu dersin amacı, öğrencilere hem ayrık hem de sürekli modelleri kapsayan olasılık teorisi konusunda sağlam bir temel kazandırmaktır. Öğrenciler, belirsizliği matematiksel olarak modellemeyi, rastlantısal olayları analiz etmeyi ve olasılık kavramlarını bilim, mühendislik ve günlük yaşam problemlerinde uygulamayı öğreneceklerdir. |
| Contenus | <ul style="list-style-type: none"> • Kombinatoryal analiz ilkeleri • Olasılığın aksiyomları • Koşullu olasılık ve bağımsızlık • Ayrık rasgele değişkenler ve dağılımları • Sürekli rasgele değişkenler ve yoğunluk fonksiyonları • Birleşik, marjinal ve koşullu dağılımlar • Beklenti, varyans ve diğer momentler • Büyük sayılar yasası ve merkezi limit teoremi • İstatistik ve veri bilimi uygulamalarından seçilmiş konular |
| Ressources | Initiation aux Probabilités, Sheldon Ross |

Intitulés des Sujets Théoriques

| Semaine | Intitulés des Sujets |
|---------|--|
| 1 | Permutations et combinaisons, espace des échantillons et les événements, Axiomes de probabilité |
| 2 | Probabilité conditionnelle, la formule de Bayes, Variables aléatoires, variables aléatoires discrètes |
| 3 | Valeur espérée, espérance d'une fonction d'une variable aléatoire, variance |
| 4 | Variables aléatoires binomiales et de Bernoulli, Variable aléatoire de Poisson, Autres distributions de probabilités discrètes |
| 5 | Variables aléatoires continues et leur espérance et variance |
| 6 | Variable aléatoire uniforme, Variables aléatoires normales, Variables aléatoires exponentielles |
| 7 | Distribution d'une fonction d'une variable aléatoire, Examen partielle |
| 8 | Fonctions de distribution, Variables aléatoires indépendantes, Sommes de variables aléatoires indépendantes |
| 9 | Distributions conditionnelles, Distribution de probabilité conjointe des fonctions de variables aléatoires |
| 10 | Propriétés d'espérance, Espérance des sommes de variables aléatoires, Moments de nombre d'événements effectuées |
| 11 | Covariance, Variance des sommes, Corrélations |
| 12 | Espérance conditionnelle et la prévision, Fonctions génératrices de moment |
| 13 | L'inégalité de Chebyshev, la loi faible des grands nombres, |
| 14 | Le théorème de la limite centrale, la loi forte des grands nombres |

Contenus

| Nom du Cours | Semestre du Cours | Cours Théoriques | Travaux Dirigés (TD) | Travaux Pratiques (TP) | Crédit du Cours | ECTS |
|----------------|-------------------|------------------|----------------------|------------------------|-----------------|------|
| MAT399 Stage I | 5 | 1 | 0 | 0 | 1 | 5 |

| | |
|---------------------------------|--|
| Cours Pré-Requis | |
| Conditions d'Admission au Cours | |

| | |
|-------------------|---|
| Langue du Cours | Turc |
| Type de Cours | Électif |
| Niveau du Cours | Licence |
| Objectif du Cours | Matematik bölümünde staj seçmelidir. 3 kredilik notsuz bir ders olarak değerlendirilir. Öğrenciler diledikleri bir kurumda staj yaparak staj sonunda dersten sorumlu öğretim üyesine staj bilgilerini iletirler. En çok bir staj yapabilirler. Ayrıntılar için bkz. http://math.gsu.edu.tr/gsustaj.html |
| Contenus | Matematik bölümünde staj seçmelidir. 5 AKTS'lik notsuz bir ders olarak değerlendirilir. Öğrenciler diledikleri bir kurumda staj yaparak staj sonunda dersten sorumlu öğretim üyesine staj bilgilerini iletirler. En çok bir staj yapabilirler. Ayrıntılar için bkz. http://math.gsu.edu.tr/gsustaj.html |
| Ressources | |

Intitulés des Sujets Théoriques

| Semaine | Intitulés des Sujets |
|---------|----------------------|
|---------|----------------------|

Contenus

| Nom du Cours | | Semestre du Cours | Cours Théoriques | Travaux Dirigés (TD) | Travaux Pratiques (TP) | Crédit du Cours | ECTS |
|--------------|--|-------------------|------------------|----------------------|------------------------|-----------------|------|
| MAT452 | Introduction a l'Analyse Fonctionnelle | 7 | 3 | 0 | 0 | 3 | 5 |

| | |
|---------------------------------|------------------------|
| Cours Pré-Requis | MAT201, MAT261, MAT262 |
| Conditions d'Admission au Cours | MAT201, MAT261, MAT262 |

| | |
|-------------------|---|
| Langue du Cours | Français |
| Type de Cours | Électif |
| Niveau du Cours | Licence |
| Objectif du Cours | Dersin ilk amacı, fonksiyonel analizin temel araçları olan metrik uzaylar, normlu uzaylar, Banach uzayları, iç çarpım uzayları ve Hilbert uzaylarını ölçüm kuramına başvurmadan öğretmektir. Bunun yanında, metrik uzaylarda daraltıcı (contractante) uygulamalara ve normlu ve Hilbert uzaylarında yaklaşım (approximation) teorisinin uygulamalarına da değinilecektir. Son olarak, bu teorilerin matematiksel, fiziksel ve ekonomik problemlere uygulandığı üzerinde durulacaktır. |
| Contenus | Metrik Uzaylar: Tekrar Normlu uzaylar, Banach uzayları İç çarpım uzayları, Hilbert uzayları Hilbert uzayları üzerine 4 temel teorem: Projeksiyon Teoremi, Ayrışma Teoremi, Riesz Teoremi, Hahn-Banach Teoremi Banach Sabit Nokta Teoremi ve Uygulamalar Yaklaşım Teoremleri ve Uygulamalar |

| | |
|------------|--|
| Ressources | <p>Kreyszig, Introduction to Functional Analysis Introductory Functional Analysis with Applications, E. Kreyszig, Wiley</p> <p>An Introduction to Real Analysis, T. Terzioğlu, ODTÜ</p> <p>Fonksiyonel Analizin Yöntemleri, T. Terzioğlu, Matematik Vakfı</p> <p>Fonksiyonel Analiz, E. Şuhubi, İTÜ Vakfı</p> <p>Bir Analizcinin Defterinden Seçtikleri, T.Terzioğlu, NMK</p> <p>Real Analysis with Economic Applications, Efe A. Ök, Princeton University Press</p> |
|------------|--|

Intitulés des Sujets Théoriques

| Semaine | Intitulés des Sujets |
|---------|---|
| 1 | Espaces Métriques: Rappels |
| 2 | Exemples d'Espaces Métriques propre à l'Analyse Fonctionnelle: Espaces de Suites, Espaces de Fonctions |
| 3 | Complétude |
| 4 | Espaces Métriques Complètes |
| 5 | Espaces Normés. Espaces de Banach. |
| 6 | Compacité et l'Espace de Dimension Finie |
| 7 | Opérateurs Linéaires |
| 8 | Opérateurs Bornés |
| 9 | Formes linéaires |
| 10 | L'espace d'Opérateurs Normés et l'Espace Dual |
| 11 | Espaces de Produit Scalaire et Espaces de Hilbert. |
| 12 | Quelques théorèmes fondamentaux sur les espaces de Hilbert : théorème de la projection, théorème de décomposition, théorème de représentation de Riesz, théorème de Hahn-Banach |
| 13 | Application: Théorème de Point Fixe de Banach |
| 14 | Application: Théorème d'Approximation |

Contenus

| Nom du Cours | Semestre du Cours | Cours Théoriques | Travaux Dirigés (TD) | Travaux Pratiques (TP) | Crédit du Cours | ECTS |
|--------------|----------------------|------------------|----------------------|------------------------|-----------------|------|
| MAT497 | Mémoire de licence I | 3 | 0 | 0 | 3 | 7 |

| | |
|---------------------------------|--|
| Cours Pré-Requis | |
| Conditions d'Admission au Cours | |

| | |
|-----------------|-------------|
| Langue du Cours | Français |
| Type de Cours | Obligatoire |
| Niveau du Cours | Licence |

| | |
|-------------------|--|
| Objectif du Cours | <p>Matematik bitirme projesi, öğrencilerin üniversite öğrenimi boyunca edindikleri bilgi ve becerileri kullanacakları, matematiksel standartlarını ve gerçekçi koşulları/kısıtları içerecek ana tasarım deneyiminin kazandırılması açısından çok önemlidir. Bu kapsamda dersin amaçları şu şekilde belirlenmiştir:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Öğrencilere genel matematiksel bilgilerini açık uçlu, gerçek hayat problemlerini yaratıcı şekilde çözmek için entegre ve sentez etme zemini yaratılmasını sağlamak. - Öğrencilerin, bir problemin tanımını yapmalarını, amaçlarını ve kriterlerini tanımlamalarını, veri toplamalarını, teknik analiz yapmalarını, çözüm önerisi geliştirmelerini ve elde ettikleri sonuçları sunmalarını sağlamak. - Tanımlanmış bir problemin çözümü için yazılımsal veya donanımsal bir sistem tasarımlarını sağlamak. - Verilen problemin çözümü esnasında bilişim teknolojilerinin, yazılım kitaplıklarının, mevcut araçların etkin bir şekilde kullanılmasını sağlamak. |
| Contenus | <ol style="list-style-type: none"> 1. Hafta Bilimsel araştırma süreci, araştırma probleminin belirlenmesi, araştırma raporu hazırlama 2. Hafta Öğrencilerin seçtikleri proje konuları üzerine tartışma, proje amaçlarının belirlenmesi ve sunulması 3. Hafta Proje çalışma takviminin belirlenmesi, proje yönetim araçlarının kullanımı ile ilgili temel bilgiler 4. Hafta Proje planının hazırlanması 5. Hafta Yazın taraması yapma, benzer çalışmaları belirleme, mevcut çalışmaları belirleme, yazın araştırması raporu, doğru kaynak gösterimi 6. Hafta Bir projede yapılacak işlerin ve kullanılacak teknolojilerin belirlenmesi, proje bileşenlerini belirleme 7. Hafta Projenin tasarımını yapma, iş akışlarının ve kullanım gerekliliklerinin belirlenmesi, mevcut proje tasarım araçlarının kullanımı ile ilgili temel bilgiler 8. Hafta 9. Hafta 1. Ara raporun hazırlanması 10. Hafta 11. Hafta 12. Hafta 13. Hafta 14. Hafta 2. Ara raporun hazırlanması |
| Ressources | |

Intitulés des Sujets Théoriques

| Semaine | Intitulés des Sujets |
|---------|----------------------|
|---------|----------------------|

Contenus

| Nom du Cours | | Semestre du Cours | Cours Théoriques | Travaux Dirigés (TD) | Travaux Pratiques (TP) | Crédit du Cours | ECTS |
|--------------|-----------------------|-------------------|------------------|----------------------|------------------------|-----------------|------|
| MAT499 | Mémoire de licence II | 7 | 4 | 0 | 0 | 4 | 7 |

| | |
|---------------------------------|--------|
| Cours Pré-Requis | MAT497 |
| Conditions d'Admission au Cours | MAT497 |

| | |
|-----------------|-------------|
| Langue du Cours | Français |
| Type de Cours | Obligatoire |
| Niveau du Cours | Licence |

| | |
|-------------------|--|
| Objectif du Cours | Bu ders, lisans matematik öğrencilerine kendi seçtikleri bir matematik konusunu bağımsız olarak araştırma ve keşfetme fırsatı sağlamak için tasarlanmıştır. Ders, öğrencileri lisans çalışmaları boyunca edindikleri teorik bilgileri gerçek dünya problemlerine veya ileri matematik kavramlarına uygulamaya teşvik eder. |
| Contenus | 7. hafta: 1. Ara raporun teslim edilmesi. 13. hafta: Projenin teslim edilmesi. |
| Ressources | |

Intitulés des Sujets Théoriques

| Semaine | Intitulés des Sujets |
|---------|----------------------|
|---------|----------------------|

Contenus

| Nom du Cours | | Semestre du Cours | Cours Théoriques | Travaux Dirigés (TD) | Travaux Pratiques (TP) | Crédit du Cours | ECTS |
|--------------|---|-------------------|------------------|----------------------|------------------------|-----------------|------|
| MAT440 | Structures mathématiques et formalisation | 7 | 3 | 0 | 0 | 3 | 5 |

| | |
|---------------------------------|--|
| Cours Pré-Requis | |
| Conditions d'Admission au Cours | |

| | |
|-------------------|--|
| Langue du Cours | Français |
| Type de Cours | Électif |
| Niveau du Cours | Licence |
| Objectif du Cours | Formalizm anlayışı geliştirmek, Fonksiyonel programlamanın temellerini kavramak, Lean gibi kanıt asistanlarını kullanabilmek |
| Contenus | Fonksiyonel programlamaya giriş, Tipler, Terimler, Eşitlik, Farklı tip çeşitleri, Yapılar, Sınıflar, Lean'de bilinen matematiksel yapıların kurulumu, Lean aracılığıyla bilinen teoremleri kanıtlama |
| Ressources | How To Prove It (with Lean), Daniel J. Velleman Theorem Proving in Lean 4, Jeremy Avigad, Leonardo de Moura, Soonho Kong, and Sebastian Ullrich, |

Intitulés des Sujets Théoriques

| Semaine | Intitulés des Sujets |
|---------|-------------------------------------|
| 1 | Présentation et installation |
| 2 | Syntaxe Lean et interface de preuve |
| 3 | Rappel de logique dans Lean |
| 4 | Tactiques et style de preuve |
| 5 | Structures et classes de types |
| 6 | Types inductifs et récursion |
| 7 | Preuves par recurrence |

| Semaine | Intitulés des Sujets |
|---------|--------------------------------------|
| 8 | Ensembles et relations |
| 9 | Hiérarchie algébrique |
| 10 | Théorie des nombres dans Lean I |
| 11 | Théorie des nombres dans Lean II |
| 12 | Structures finies et combinatoire I |
| 13 | Structures finies et combinatoire II |
| 14 | Analyse dans R |

Contenus

| Nom du Cours | | Semestre du Cours | Cours Théoriques | Travaux Dirigés (TD) | Travaux Pratiques (TP) | Crédit du Cours | ECTS |
|--------------|-------------------------------|-------------------|------------------|----------------------|------------------------|-----------------|------|
| MAT414 | Topologie Géométrique de Base | 7 | 3 | 0 | 0 | 3 | 5 |

| | |
|---------------------------------|--|
| Cours Pré-Requis | |
| Conditions d'Admission au Cours | |

| | |
|-------------------|--|
| Langue du Cours | Français |
| Type de Cours | Électif |
| Niveau du Cours | Licence |
| Objectif du Cours | -Geometrik topolojinin temel kavramlarını (yüzeylerin sınıflandırılması, temel grup, örtü uzayları) tanıtmak; ispat temelli düşünmeyi geliştirmek ve dönem sonunda homolojiye (H_0 , H_1) giriş yaparak Euler karakteristiği ile Betti sayıları arasındaki ilişkiyi yorumlayabilmek. |
| Contenus | <p>Topolojik kavramlar hatırlatma; yüzeylerin modelleri (çokgenlerden inşa, kenar yapıştırılmaları)</p> <p>Triangülasyon, kompleksler, Euler karakteristiği ve değişmezliği</p> <p>Yönlü/yönsüz yüzeyler; RP^2, Klein şişesi, Möbius şeridi; yönlülük ölçütleri</p> <p>Homotopi, retraksiyon; temel grupun tanımı ve ilk örnekler (S^1, buketler)</p> <p>Seifert-van Kampen teoremi ve uygulamalar</p> <p>Yüzeylerin temel grupları ve sonuçları</p> <p>Örtü (revêtement) uzayları: tanımlar, yol/homotopi kaldırma, deck grubu</p> <p>Yüzeylerin örtülerinin klasik örnekler</p> <p>Hücrel ayrıştımlar</p> <p>Homolojiye giriş: zincir, sınır/döngü sezgisi; H_0, H_1 hesapları</p> |

| | |
|------------|---|
| Ressources | A. Hatcher, Algebraic Topology J. Stillwell, Classical Topology and Combinatorial Group Theory M. A. Armstrong, Basic Topology J. R. Munkres, Elements of Algebraic Topology |
|------------|---|

Intitulés des Sujets Théoriques

| Semaine | Intitulés des Sujets |
|---------|--|
| 1 | Rappels des notions topologiques |
| 2 | Triangulations, complexes simpliciaux, caractéristique d'Euler et invariance |
| 3 | Homotopies et rétractions : notions et exemples |
| 4 | Groupe fondamental : S^1 , bouquets ; premiers calculs |
| 5 | Théorème de Seifert-van Kampen et applications |
| 6 | Espaces revêtus : définitions, relèvements de chemins/homotopies ; groupe de deck |
| 7 | Exemples de revêtements, revêtements des surfaces ; revêtement universel |
| 8 | Partiel |
| 9 | Revêtements des surfaces |
| 10 | Classification des surfaces : polygones fondamentaux, orientabilité ($\mathbb{R}P^2$, bouteille de Klein, ruban de Möbius) |
| 11 | Décompositions cellulaires et calcul de caractéristique d'Euler; exemples |
| 12 | Introduction à l'homologie : complexes de chaînes, intuition bords/cycles |
| 13 | calculs de premier group d'homologue ; surfaces |
| 14 | Synthèse et intégration (groupe fondamental, revêtements, homologie) ; entraînement à l'examen |

Contenus

| Nom du Cours | | Semestre du Cours | Cours Théoriques | Travaux Dirigés (TD) | Travaux Pratiques (TP) | Crédit du Cours | ECTS |
|--------------|--|-------------------|------------------|----------------------|------------------------|-----------------|------|
| MAT474 | Introduction à la Géométrie Algébrique | 7 | 3 | 0 | 0 | 3 | 5 |

| | |
|---------------------------------|--|
| Cours Pré-Requis | |
| Conditions d'Admission au Cours | |

| | |
|-------------------|---|
| Langue du Cours | Français |
| Type de Cours | Électif |
| Niveau du Cours | Licence |
| Objectif du Cours | Ce cours vise à initier les étudiants à la géométrie algébrique. À l'issue du cours, l'étudiant sera capable de définir et d'utiliser les notions fondamentales du sujet et de connaître les résultats de la géométrie algébrique, liés à la topologie de Zariski, aux variétés affines et projectives, à l'espace tangent de Zariski et aux singularités, ainsi qu'aux morphismes et aux applications rationnelles entre variétés. |

| | |
|------------|--|
| Contenus | <p>Rappel Anneau, anneau des polynômes. Idéal premier, idéal maximal, Anneau intègre Opérations sur les idéaux Devoir: Thm de la base de Hilbert Variétés algébriques (applications \mathbf{V} et \mathbf{I}) Irreductibilité, Topologie de Zariski Anneau coordonnée, Dimension, Espace projective. Devoir: Base de Groebner (Cox-Goren) Spectre d'un anneau. Localization. Devoir: Variété Grassmanienne (Goren) Morphismes. Produit des variétés. Espace tangent Éclatement</p> |
| Ressources | <p>E.Z. Goren, A course in algebraic geometry. McGill University (\`a suivre). D. Cox, J. Little et D. O'Shea, Ideals, Varieties and Algorithms (\`a suivre). R. Hartshorne, Algebraic Geometry (\`a suivre). T. Markwig, Computational algebraic geometry. J. Stevens, Introduction to algebraic geometry. K. Smith, Introduction to algebraic geometry.</p> |

Intitulés des Sujets Théoriques

| Semaine | Intitulés des Sujets |
|---------|----------------------|
|---------|----------------------|

Contenus

| Nom du Cours | | Semestre du Cours | Cours Théoriques | Travaux Dirigés (TD) | Travaux Pratiques (TP) | Crédit du Cours | ECTS |
|--------------|---------------------------|-------------------|------------------|----------------------|------------------------|-----------------|------|
| MAT102 | Analyse à une variable II | 2 | 3 | 2 | 0 | 5 | 8 |

| | |
|---------------------------------|--|
| Cours Pré-Requis | |
| Conditions d'Admission au Cours | |

| | |
|-------------------|---|
| Langue du Cours | Français |
| Type de Cours | Obligatoire |
| Niveau du Cours | Licence |
| Objectif du Cours | Reel Analiz'in temel kavramlarını uygun matematiksel kesinlikle oluşturmak ve matematik eğitiminin devamı için gerekli yöntem ve bilgileri öğrenmek. |
| Contenus | Türev, İntegral, Bilinen Fonksiyonlar, Parametrik Eğriler (Zaman kalırsa). |
| Ressources | <p>Robert Bartle, Donald Sherbert, Introduction to Real Analysis, John Wiley & Sons, 2011</p> <p>Francois Liret, Dominique Martinais, Analyse 1ère année, Dunod, 2003</p> <p>Ali Nesin, Analiz 1 & 2, 2019.</p> |

Intitulés des Sujets Théoriques

| Semaine | Intitulés des Sujets |
|---------|---|
| 1 | Presentation |
| 2 | Dérivées |
| 3 | Dérivabilité, Règle de l'Hôpital |
| 4 | Théorème de Rolle |
| 5 | Applications de la dérivée |
| 6 | Fonctions usuelles |
| 7 | Introduction à l'intégration |
| 8 | Partiel |
| 9 | Primitives |
| 10 | Intégrale et Primitive, Intégration Riemannienne |
| 11 | théorème fondamental du calcul, combinant dérivée et intégrale pour les fonctions continues |
| 12 | Intégrale impropre |
| 13 | Courbes paramétriques |
| 14 | Résumé |

Contenus

| Nom du Cours | | Semestre du Cours | Cours Théoriques | Travaux Dirigés (TD) | Travaux Pratiques (TP) | Crédit du Cours | ECTS |
|--------------|-------------------------|-------------------|------------------|----------------------|------------------------|-----------------|------|
| MAT106 | Mathématiques Discrètes | 2 | 3 | 2 | 0 | 5 | 8 |

| | |
|---------------------------------|--|
| Cours Pré-Requis | |
| Conditions d'Admission au Cours | |

| | |
|-------------------|---|
| Langue du Cours | Français |
| Type de Cours | Obligatoire |
| Niveau du Cours | Licence |
| Objectif du Cours | Bu ders, sayılar teorisi ve kombinatorik alanlarının temel kavramlarını tanıtmayı amaçlamaktadır. Öğrencilerin, bölünebilirlik, kongruanslar, permütasyonlar ve kombinasyonlar gibi temel kavramları anlamalarını sağlar ve sayma prensiplerini öğretir. Ayrıca, dizileri ve ayrık yapıları incelemek için güçlü araçlar olan özyinelemeli bağıntılar ve üreteç fonksiyonları ele alınacaktır. Son olarak, ders ayrık olasılık teorisini de tanıttacaktır |
| Contenus | Ders, sayılar teorisi ve kombinatorik konularını kapsar. Bölünebilirlik, EBOB, aritmetik modüler işlemler gibi temel kavramların yanı sıra, permütasyonlar ve güvercin yuvası prensibi gibi sayma yöntemleri ele alınacaktır. Ayrıca, bazı problemleri verimli bir şekilde çözmeyi sağlayan özyinelemeli bağıntılar ve üreteç fonksiyonları incelenecektir. Dersin son bölümü, ayrık olasılıklar üzerine yoğunlaşacaktır. |
| Ressources | Kenneth Rosen, Mathématiques discrètes, Claude Deschamps, André Warusfel, Mathématiques tout-en-un 1er année |

Intitulés des Sujets Théoriques

| Semaine | Intitulés des Sujets |
|---------|--|
| 1 | Divisibilité et Arithmétique dans \mathbb{Z} : définition de divisibilité, algorithme d'Euclide, théorème de Bézout, |
| 2 | Divisibilité et Arithmétique dans \mathbb{Z} : PGCD, PPCM et applications |
| 3 | Théorie Élémentaire des Nombres: Nombres premiers |
| 4 | Théorie Élémentaire des Nombres: Théorème fondamental de l'arithmétique |
| 5 | Arithmétique Modulaire: Congruences, classes résiduelles |
| 6 | Arithmétique Modulaire: Théorème des restes chinois |
| 7 | Permutations et Combinaisons: Définition et formules de base |
| 8 | Partiel |
| 9 | Permutations et Combinaisons: Principe des tiroirs, Principe d'inclusion-exclusion |
| 10 | Principe des tiroirs et inclusion/exclusion |
| 11 | Relations de récurrence |
| 12 | Séries formelles et fonctions génératrices |
| 13 | Probabilités Discrètes |
| 14 | Probabilités Discrètes et lien avec le comptage |

Contenus

| Nom du Cours | | Semestre du Cours | Cours Théoriques | Travaux Dirigés (TD) | Travaux Pratiques (TP) | Crédit du Cours | ECTS |
|--------------|-------------------------------|-------------------|------------------|----------------------|------------------------|-----------------|------|
| MAT132 | Programmation informatique II | 2 | 1 | 1 | 1 | 3 | 3 |

| | |
|---------------------------------|--|
| Cours Pré-Requis | |
| Conditions d'Admission au Cours | |

| | |
|-------------------|---|
| Langue du Cours | Français |
| Type de Cours | Obligatoire |
| Niveau du Cours | Licence |
| Objectif du Cours | Bu ders, öğrencilere Python programlama dilinin ileri düzey özelliklerini tanıtarak, gerçek dünya problemlerine uygulamaları için gerekli araçları sağlamayı amaçlamaktadır. |
| Contenus | <p>Sizden bir web uygulaması geliştirmenizi bekliyorum. Bu orijinal bir fikir de olabilir, halihazırda varolan bir fikre anlamlı bir katma değer ekleyerek geliştirmek de olabilir.</p> <p>Proje kriterleri:</p> <p>Web uygulaması responsive olmalı (tüm cihazlarda düzgün görünmeli)</p> <p>En az 1 dış servis kullanmak. (Örnek: Coingecko'dan kripto para fiyat verilerini çekmek)</p> <p>En az 3 kütüphane kullanmak. (Zaten ihtiyaç duyacaksınız)</p> <p>Authentication olmalı (Giriş yap, Üye ol, Şifre sıfırla, Şifremi unuttum, Profil bilgilerini güncelle vb.)</p> |
| Ressources | |

Intitulés des Sujets Théoriques

| Semaine | Intitulés des Sujets |
|---------|--|
| 1 | Gestion de projet et gestion des versions du code |
| 2 | programmation orientée objet |
| 3 | programmation orientée objet |
| 4 | programmation orientée objet |
| 5 | programmation orientée objet (sujets avancés) |
| 6 | programmation orientée objet (sujets avancés) |
| 7 | gestion des erreurs |
| 8 | gestion des erreurs |
| 9 | travailler avec des bases de données |
| 10 | travailler avec des bases de données |
| 11 | récupération de données sur le Web et utilisation de l'API |
| 12 | Bibliothèques |
| 13 | Bibliothèques |
| 14 | Bibliothèques |

Contenus

| Nom du Cours | | Semestre du Cours | Cours Théoriques | Travaux Dirigés (TD) | Travaux Pratiques (TP) | Crédit du Cours | ECTS |
|--------------|--------------------|-------------------|------------------|----------------------|------------------------|-----------------|------|
| MAT162 | Algèbre Linéaire I | 2 | 3 | 2 | 0 | 5 | 8 |

| | |
|---------------------------------|--|
| Cours Pré-Requis | |
| Conditions d'Admission au Cours | |

| | |
|-------------------|--|
| Langue du Cours | Français |
| Type de Cours | Obligatoire |
| Niveau du Cours | Licence |
| Objectif du Cours | Vektör uzaylarını ve bu uzaylar arasındaki doğrusal tasvirleri çalışmak. Geometriden gelen kavramları ve düşünme biçimlerini cebirsel yapılara dönüştürerek çalışmak. |
| Contenus | Doğrusal Denklem sistemleri, Vektör uzayları, Alt vektör uzayları, Taban, Boyut, Direct toplam, Doğrusal dönüşümler, Taban dönüşümü, Matrisler, Determinant, Öz değer ve özdeğer vektörleri, köşegenleştirme |
| Ressources | Axler, Sheldon J, Linear Algebra Done Right. 4th edition, 2025. |

Intitulés des Sujets Théoriques

| Semaine | Intitulés des Sujets |
|---------|--|
| 1 | Introduction- Systèmes d'équations linéaires |
| 2 | Matrices et Systèmes d'équations linéaires |
| 3 | Espaces vectoriels-Sous-espaces vectoriel |

| Semaine | Intitulés des Sujets |
|---------|---|
| 4 | Intersection-Somme-Somme directe |
| 5 | Bases-Dimension |
| 6 | Bases-Dimension |
| 7 | Application linéaire |
| 8 | Examen-Noyau et Image |
| 9 | Matrices des applications linéaires |
| 10 | Matrice de passage |
| 11 | Rotation, Projection, Symétrie |
| 12 | Examen-Valeurs-Vecteurs Propres |
| 13 | Valeurs-Vecteurs Propres, Diagonalisation |
| 14 | Déterminant |

Contenus

| Nom du Cours | | Semestre du Cours | Cours Théoriques | Travaux Dirigés (TD) | Travaux Pratiques (TP) | Crédit du Cours | ECTS |
|--------------|------------------------------|-------------------|------------------|----------------------|------------------------|-----------------|------|
| FLF201 | Français CEF B2.2 académique | 2 | 4 | 0 | 0 | 2 | 2 |

| | |
|---------------------------------|--|
| Cours Pré-Requis | |
| Conditions d'Admission au Cours | |

| | |
|-------------------|---|
| Langue du Cours | Français |
| Type de Cours | Obligatoire |
| Niveau du Cours | Licence |
| Objectif du Cours | <ul style="list-style-type: none"> - B2 seviyesinin alınması - Öğrencileri Delf/Dalf sertifikalarına hazırlamak - İletişim alanına ilişkin sözlükçenin geliştirilmesi - Bir etkinliğin iletişim planının hazırlanması |
| Contenus | <p>Haftalık dersler 4 saat - 3 tartışma</p> <p>Bu ders aşağıdaki amaçlar doğrultusunda düzenlenmiştir :</p> <ul style="list-style-type: none"> - Bir etkinlik yürütmek için gereken iletişim ihtiyaçlarını değerlendirmek - Bir tartışmadaki konum alışları anlamak - Sözlü veya yazılı bir tartışmada argümanları organize etmek - Argümanları yapılandırmak, açıklamak ve yeniden formüle etmek - Fikirleri ve argümanları aktarmak - Bir iletişim planı hazırlamak - Bir argümanı kabul etmek veya çürütmek - Çözüm önerisi sunmak - Bir olay, toplumsal bir vaka ve bir sanat eserine ilişkin kanaat oluşturmak - Bir tartışma metni yazmak - Fikrinizi haklı bir durum haline getirmek - Bir değerlendirme raporu yazmak |
| Ressources | Öğretim elemanı tarafından hazırlanan dönem ders dosyası |

Intitulés des Sujets Théoriques

| Semaine | Intitulés des Sujets |
|---------|---|
| 1 | Présentation |
| 2 | Réflexion sur le projet et organisation |
| 3 | Activités orales et écrites d'entraînement |
| 4 | Activités orales et écrites d'entraînement |
| 5 | Activités de compréhension orale et écrite |
| 6 | Activités de compréhension écrite et de reformulation |
| 7 | Activité de recherche d'arguments et d'exemples |
| 8 | Rédaction de texte |
| 9 | Débat |
| 10 | Rédaction d'un texte et enregistrement |
| 11 | Présentations orales |
| 12 | Présentations orales |
| 13 | Présentations orales |
| 14 | Bilan du cours |

Contenus

| Nom du Cours | | Semestre du Cours | Cours Théoriques | Travaux Dirigés (TD) | Travaux Pratiques (TP) | Crédit du Cours | ECTS |
|--------------|---------------------------------|-------------------|------------------|----------------------|------------------------|-----------------|------|
| MAT202 | Calcul Différentiel et Intégral | 4 | 3 | 2 | 0 | 5 | 8 |

| | |
|---------------------------------|--|
| Cours Pré-Requis | |
| Conditions d'Admission au Cours | |

| | |
|-------------------|--|
| Langue du Cours | Français |
| Type de Cours | Obligatoire |
| Niveau du Cours | Licence |
| Objectif du Cours | Çok Değişkenli fonksiyonlarda limit, türev, integral kavramlarını tanımlamak, eğri ve yüzeylerin lokal özelliklerini incelemek |
| Contenus | Lokal inversiyon teoremi. Kapalı Fonksiyon teoremi \\ Parametrik eğriler, Yay uzunluğu. \\ Çoklu integraller \\ Fubini teoremi, değişken değişimi \\ Improper integraller \\ Diferansiyel formlar, p-formları \\ Eğrisel integral \\ Green Teoremi \\ Stokes teoremi |

| | |
|------------|---|
| Ressources | 1) Vector Calculus, 4th Edition, S.J.Colley (Chapitres 3-5-6-7) \\ 2) Calculus, with Analytic Geometry, R.A.Silverman (Chapitres 13-14-15) \\ 3) Vector Calculus, linear algebra and differential forms, J.H.Hubbard et B.B.Hubbard, (Chapitres 3-4-5-6) \\ 4) Exercices: http://exo7.emath.fr/deux.html \\ |
|------------|---|

Intitulés des Sujets Théoriques

| Semaine | Intitulés des Sujets |
|---------|--|
| 1 | Rappel (Topologie Élémentaire + Applications Linéaires) |
| 2 | Limite et continuité d'une fonction de plusieurs variables |
| 3 | Fonctions Différentiables |
| 4 | Le théorème du point fixe, Le théorème d'inversion locale |
| 5 | Le théorème des fonctions implicites |
| 6 | Le théorème du rang, Déterminants |
| 7 | Dérivées d'ordre supérieure, Dérivation des intégrales |
| 8 | Integration multiple, Fonctions primitives |
| 9 | Changement de variables |
| 10 | Formes différentielles, Simplexes et Chaînes |
| 11 | Le théorème de Stokes |
| 12 | Formes fermées et formes exactes |
| 13 | Analyse vectorielle |
| 14 | Analyse vectorielle, Théorème de Green |

Contenus

| Nom du Cours | | Semestre du Cours | Cours Théoriques | Travaux Dirigés (TD) | Travaux Pratiques (TP) | Crédit du Cours | ECTS |
|--------------|---------------------------|-------------------|------------------|----------------------|------------------------|-----------------|------|
| MAT203 | Equations Differentielles | 4 | 3 | 2 | 0 | 5 | 8 |

| | |
|---------------------------------|--|
| Cours Pré-Requis | |
| Conditions d'Admission au Cours | |

| | |
|-------------------|---|
| Langue du Cours | Français |
| Type de Cours | Obligatoire |
| Niveau du Cours | Licence |
| Objectif du Cours | To master: Existence and uniqueness of the solution to ordinary differential equation, Lipschitz condition, second-order linear differential equation, linear system of first-order differential equations. |
| Contenus | Existence and uniqueness of the solution to ordinary differential equation, Lipschitz condition, second-order linear differential equation, linear system of first-order differential equations. |

| | |
|------------|--|
| Ressources | Equations différentielles ordinaires, Etudes qualitatives, Dominique Hulin, Notes de Cours à L'université Paris Sud. Cours de mathématiques, tome 4 : Équations différentielles, intégrales multiples - Cours et exercices corrigés, Jacqueline Lelong-Ferrand et Jean-Marie Arnaudiès, Dunod. Calcul différentiel et équations différentielles - Sylvie Benzoni-Gavage Mathématiques tout-en-un pour la licence 2 - Halberstadt, Ramis, Sauloy, Buff, Moulin Équations différentielles ordinaires - Millot Équations différentielles ordinaires - Gallouet |
|------------|--|

Intitulés des Sujets Théoriques

| Semaine | Intitulés des Sujets |
|---------|--|
| 1 | Problème de Cauchy |
| 2 | Résolution en dimension un |
| 3 | Exponentielle de matrices |
| 4 | Résolution en dimension quelconque |
| 5 | Equation non-homogène |
| 6 | Théorème de Cauchy-Lipschitz |
| 7 | Dépendance par rapport aux conditions initiales, Lemme de Gronwall |
| 8 | Examen partiel |
| 9 | Etude qualitative des champs autonomes |
| 10 | Stabilité et attractivité d'une équation |
| 11 | Equations différentielles linéaires à coefficients constants |
| 12 | Equations différentielles linéaires non-homogènes |
| 13 | Le wronskien |
| 14 | |

Contenus

| Nom du Cours | | Semestre du Cours | Cours Théoriques | Travaux Dirigés (TD) | Travaux Pratiques (TP) | Crédit du Cours | ECTS |
|--------------|---|-------------------|------------------|----------------------|------------------------|-----------------|------|
| MAT232 | Algorithmique et Programmation Avancée II | 4 | 1 | 1 | 1 | 3 | 3 |

| | |
|---------------------------------|--|
| Cours Pré-Requis | |
| Conditions d'Admission au Cours | |

| | |
|-------------------|--|
| Langue du Cours | Français |
| Type de Cours | Obligatoire |
| Niveau du Cours | Licence |
| Objectif du Cours | Bu dersin amacı öğrencilerin programlama yeteneklerini temel algoritmaların, gerçeklemelerinin ve hesapsal problemlere uygulamalarının incelenmesi yoluyla geliştirmektir. |

| | |
|------------|--|
| Contenus | <ol style="list-style-type: none"> 1. Nesne yönelimli programlamaya giriş – Temel Kavramlar 2. Ağaçlar ve ağaçlarda gezinme 3. AVL Ağaçları 4. Splay Ağaçları 5. Max ve Min Yığıt Ağaçları 6. Çok Yollu Ağaçlar (MultiWays Tree) 7. Çizgeler ve Dolaşma Algoritmaları 8. En küçük yol ağacı (Minimum Spanning Tree) 9. Çizge algoritmaları (shortest path, all pairs shortest path, Dijkstra's algorithm) 10. Çizgelerin renklendirilmesi, matris temsili, matris ve nesnelere şeklinde temsiller arasında dönüşüm 11. Karakter Dizisi Algoritmaları (karakter dizisinde arama, en uzun ortak alt dizi) 12. Referans davranışı, değer davranışı, sığ/derin kopyalama (shallow/deep copy) |
| Ressources | <p>The Art of Computer Programming, Addison-Wesley, Donald Knuth Algorithms, 4th Ed. Robert Sedgewick</p> <p>Lafore, R., Broder, A., & Canning, J. (2022). Data Structures and Algorithms in Python. Pearson Education, Limited.</p> <p>Agarwal, B., & Baka, B. (2018). Hands-On Data Structures and Algorithms with Python: Write complex and powerful code using the latest features of Python 3.7. Packt Publishing Ltd.</p> <p>www.geeksforgeeks.org</p> |

Intitulés des Sujets Théoriques

| Semaine | Intitulés des Sujets |
|---------|----------------------|
|---------|----------------------|

Contenus

| Nom du Cours | Semestre du Cours | Cours Théoriques | Travaux Dirigés (TD) | Travaux Pratiques (TP) | Crédit du Cours | ECTS |
|--------------|-------------------|------------------|----------------------|------------------------|-----------------|------|
| MAT306 | Physique II | 6 | 3 | 0 | 3 | 5 |

| | |
|---------------------------------|--|
| Cours Pré-Requis | |
| Conditions d'Admission au Cours | |

| | |
|-------------------|---|
| Langue du Cours | Français |
| Type de Cours | Obligatoire |
| Niveau du Cours | Licence |
| Objectif du Cours | Temel fiziğin mekanik dalının temel kavram ve prensiplerini öğrenciyeye ayrıntılı bir biçimde öğretmek. Bunların gerçek dünyadaki uygulamalarıyla birlikte anlaşılabilirliğini sağlamak ve daha sonra göreceği derslere temel oluşturmak. |
| Contenus | Elektrik Alanları, Gauss yasası, Elektriksel Potansiyel, Sığa ve Dielektrikler, Akım ve Direnç, Doğru Akım Devreleri, Manyetik Alanlar, Manyetik Alanın Kaynakları, Faraday Yasası, İndüktans |
| Ressources | Fen ve Mühendislik İçin Fizik 2, Serway-Beichner, Çeviri Kemal Çolakoğlu, Palme Yayıncılık Sears ve Zemansky'nin Üniversite Fizigi, Cilt 2, 12.Baskı, Pearson Education Yayıncılık, 2009 Fen Bilimcileri ve Mühendisler İçin Fizik, Giancoli, Akademi Yayın, 2009 |

Intitulés des Sujets Théoriques

| Semaine | Intitulés des Sujets |
|---------|---|
| 1 | Theorie cinétique des gaz parfaits |
| 2 | Premier Principe de la Thermodynamique |
| 3 | Premier Principe de la Thermodynamique |
| 4 | Deuxieme Principe de la Thermodynamique |
| 5 | Deuxieme Principe de la Thermodynamique |
| 6 | Machines Thermiques |
| 7 | Revisions |
| 8 | Examen Partiel |
| 9 | Optique |
| 10 | Optique |
| 11 | Electrostatique |
| 12 | Electrostatique |
| 13 | Electromagnetisme |
| 14 | Electromagnetisme |

Contenus

| Nom du Cours | | Semestre du Cours | Cours Théoriques | Travaux Dirigés (TD) | Travaux Pratiques (TP) | Crédit du Cours | ECTS |
|--------------|--------------------------------|-------------------|------------------|----------------------|------------------------|-----------------|------|
| MAT308 | Algorithmes d'algèbre linéaire | 6 | 3 | 0 | 0 | 3 | 5 |

| | |
|---------------------------------|--|
| Cours Pré-Requis | |
| Conditions d'Admission au Cours | |

| | |
|-------------------|--|
| Langue du Cours | Français |
| Type de Cours | Électif |
| Niveau du Cours | Licence |
| Objectif du Cours | Dersin amacı veri bilimi ya da makine öğrenmesi ile ilgili problemlere doğrusal cebir teknikleri ve algoritmaları kullanarak yaklaşma ve çözüme kavuşturma becerisi kazandırmaktır. |
| Contenus | Vektörler, matrisler, matris çarpımları, öz değerler, matris ayrışmaları, olasılık, esperans, varyans, makine öğrenmesine uygulamalar(Principal Component Analysis, Google PageRank Algorithm) |
| Ressources | MATHEMATICS FOR MACHINE LEARNING; Marc Peter Deisenroth, A. Aldo Faisal, Cheng Soon Ong; Cambridge University Press.2020 |

Intitulés des Sujets Théoriques

| Semaine | Intitulés des Sujets |
|---------|----------------------|
|---------|----------------------|

Contenus

| Nom du Cours | | Semestre du Cours | Cours Théoriques | Travaux Dirigés (TD) | Travaux Pratiques (TP) | Crédit du Cours | ECTS |
|--------------|---------------------------------|-------------------|------------------|----------------------|------------------------|-----------------|------|
| MAT325 | Theorie des fonctions complexes | 6 | 3 | 2 | 0 | 5 | 8 |

| | |
|---------------------------------|----------------|
| Cours Pré-Requis | MAT102, MAT116 |
| Conditions d'Admission au Cours | MAT102, MAT116 |

| | |
|-------------------|--|
| Langue du Cours | Français |
| Type de Cours | Obligatoire |
| Niveau du Cours | Licence |
| Objectif du Cours | Ce cours a pour but d'introduire les notions de base de l'analyse complexe. Il s'appuie sur des outils déjà rencontrés en analyse (séries entières, intégration, fonctions de plusieurs variables) afin d'aider les étudiants à faire le lien entre les différents cours et à comprendre comment ces notions se généralisent et s'enrichissent dans le cadre des fonctions d'une variable complexe. |
| Contenus | <p>Séries entières et fonctions analytiques :</p> <p>Séries entières de fonctions complexes, rayon de convergence, propriétés de convergence uniforme sur les compacts, développements de Taylor. Étude des fonctions analytiques, principe des zéros isolés, principe d'unicité et principe du maximum pour les fonctions holomorphes.</p> <p>Fonctions holomorphes :</p> <p>Dérivabilité complexe et équivalence avec les équations de Cauchy-Riemann, interprétation géométrique de l'holomorphie. Intégration des fonctions holomorphes le long de courbes dans le plan complexe, primitives, théorème intégral de Cauchy (formes locale et globale) et conséquences fondamentales.</p> <p>Fonctions méromorphes :</p> <p>Singularités isolées des fonctions holomorphes, classification en singularités illusoires, pôles et singularités essentielles. Développements de Laurent et étude du comportement local des fonctions méromorphes au voisinage des singularités.</p> <p>Théorème des résidus :</p> <p>Définition des résidus, calcul pratique des résidus, théorème des résidus pour les contours de Jordan. Applications au calcul d'intégrales complexes et au calcul d'intégrales réelles par la méthode des résidus.</p> <p>Techniques avancées d'intégration complexe et applications conformes (introduction) :</p> <p>Déformation et déplacement des contours d'intégration, choix de contours adaptés et applications au calcul d'intégrales réelles. Introduction aux applications conformes : notion d'équivalence conforme, interprétation géométrique et premiers exemples d'applications conformes entre domaines du plan complexe.</p> |
| Ressources | <p>J. Bak, D. Newman, Complex Analysis</p> <p>R. Brown, J. Churchill, Complex Variables and Applications</p> <p>L. Ahlfors, Complex Analysis</p> <p>J. B. Conway, Functions of One Complex Variable I</p> |

Intitulés des Sujets Théoriques

| Semaine | Intitulés des Sujets |
|---------|---|
| 1 | Nombres complexes et topologie du plan complexe |
| 2 | Séries entières et fonctions de la variable complexe |
| 3 | Dérivabilité complexe et analyticité |
| 4 | Intégration complexe et fonctions entières |
| 5 | Formule intégrale de Cauchy et Théorèmes de Liouville |

| Semaine | Intitulés des Sujets |
|---------|---|
| 6 | Fonctions analytiques : propriétés fondamentales |
| 7 | Domaines simplement connexes et logarithme |
| 8 | Partiel |
| 9 | Singularités |
| 10 | Séries de Laurent |
| 11 | Théorème des résidus |
| 12 | Applications du théorème des résidus |
| 13 | Déplacement et déformation des contours d'intégration |
| 14 | Introduction aux applications conformes |

Contenus

| Nom du Cours | | Semestre du Cours | Cours Théoriques | Travaux Dirigés (TD) | Travaux Pratiques (TP) | Crédit du Cours | ECTS |
|--------------|-----------------------------------|-------------------|------------------|----------------------|------------------------|-----------------|------|
| MAT328 | Equations aux dérivées partielles | 6 | 3 | 2 | 0 | 5 | 8 |

| | |
|---------------------------------|--|
| Cours Pré-Requis | |
| Conditions d'Admission au Cours | |

| | |
|-------------------|---|
| Langue du Cours | Français |
| Type de Cours | Obligatoire |
| Niveau du Cours | Licence |
| Objectif du Cours | Introduction à la théorie et à la résolution des équations aux dérivées partielles. |
| Contenus | Problème aux limites, problème de Cauchy, équations du premier ordre, équation du deuxième ordre, équation de transport, équations de la chaleur, équation d'onde, équation de Laplace, séparation de variable, analyse de Fourier, fonction de Green |
| Ressources | Introduction to partial differential equations - Pinchover, Rubenstein Partial differential equations - Evans Introduction aux Equations aux Dérivées Partielles - Heffler, Ramond Équations aux dérivées partielles - Reinhard |

Intitulés des Sujets Théoriques

| Semaine | Intitulés des Sujets |
|---------|--|
| 1 | Introduction aux EDP. Exemples physiques. Classification des EDP (elliptique, parabolique, hyperbolique). Notions de solution classique. |
| 2 | Équations du premier ordre. Méthode des caractéristiques. Applications à l'équation de transport. |
| 3 | Lois de conservation en une dimension. Solutions faibles et ondes de choc (introduction). |
| 4 | Équation de la chaleur en une dimension. Problème de Cauchy. Solution fondamentale. (Quiz) |
| 5 | Problèmes aux limites pour l'équation de la chaleur. Principe du maximum et unicité. |
| 6 | Équation des ondes en une dimension. Solution de d'Alembert. Propagation à vitesse finie. |

| Semaine | Intitulés des Sujets |
|---------|---|
| 7 | Problèmes aux limites pour l'équation des ondes. Vibrations d'une corde. (Quiz) |
| 8 | Examen partiel |
| 9 | Séparation des variables. Séries de Fourier. Orthogonalité. |
| 10 | Problèmes de Sturm–Liouville. Valeurs propres et fonctions propres. |
| 11 | Transformée de Fourier. Applications à l'équation de la chaleur et des ondes sur \mathbb{R} . |
| 12 | Équation de Laplace en dimension 2. Fonctions harmoniques. Problèmes de Dirichlet simples. (Quiz) |
| 13 | Introduction aux fonctions de Green. Interprétation physique. |
| 14 | Révisions générales, résolution de problèmes types et préparation à l'examen. |

Contenus

| Nom du Cours | | Semestre du Cours | Cours Théoriques | Travaux Dirigés (TD) | Travaux Pratiques (TP) | Crédit du Cours | ECTS |
|--------------|----------------------|-------------------|------------------|----------------------|------------------------|-----------------|------|
| MAT351 | Théorie de la Mesure | 6 | 3 | 0 | 0 | 3 | 5 |

| | |
|---------------------------------|--|
| Cours Pré-Requis | |
| Conditions d'Admission au Cours | |

| | |
|-------------------|--|
| Langue du Cours | Français |
| Type de Cours | Électif |
| Niveau du Cours | Licence |
| Objectif du Cours | İntegral ve olasılık teorisine uygulamalarıyla birlikte ölçü teorisinin temellerine bir giriş yapmak |
| Contenus | Ölçü ve sigma-cebiri, Borel ve Lebesgue ölçülebilir kümeleri, Ölçülebilir fonksiyonlar, \mathbb{R}^n üzerinde Lebesgue ölçüsü, Lebesgue integrali, Yakınsama teoremleri: Monoton yakınsama teoremi, Fatou teoremi, Baskın yakınsama teoremi |
| Ressources | Mesure, Intégration, Eléments d'Analyse Fonctionnelle, Petru Mironescu'nun ders notları, Université Claude Bernard Lyon 1: https://math.univ-lyon1.fr/~mironescu/resources/complet_mesure_integration.pdf |

Intitulés des Sujets Théoriques

| Semaine | Intitulés des Sujets |
|---------|--|
| 1 | Rappels sur l'intégral de Riemann, motivation pour le besoin d'une théorie plus générale |
| 2 | Tribus, Ensembles de Borel |
| 3 | Fonctions mesurables |
| 4 | Mesures |
| 5 | Ensembles négligeables, mesure de Lebesgue |
| 6 | Construction de la mesure de Lebesgue |
| 7 | Intégral d'une fonction mesurable |

| Semaine | Intitulés des Sujets |
|---------|---|
| 8 | Partiel |
| 9 | Integral d'une fonction mesurable, Théorème de Convergence Monotone |
| 10 | Integration |
| 11 | Lemme de Fatou, Théorème de Convergence Dominée |
| 12 | Mesure produit |
| 13 | Théorème de Fubini-Tonelli |
| 14 | Théorème de Fubini-Tonelli |

Contenus

| Nom du Cours | | Semestre du Cours | Cours Théoriques | Travaux Dirigés (TD) | Travaux Pratiques (TP) | Crédit du Cours | ECTS |
|--------------|---------------------------------------|-------------------|------------------|----------------------|------------------------|-----------------|------|
| MAT364 | Introduction a la Theorie des Nombres | 6 | 3 | 0 | 0 | 3 | 5 |

| | |
|---------------------------------|--|
| Cours Pré-Requis | |
| Conditions d'Admission au Cours | |

| | |
|-------------------|---|
| Langue du Cours | Anglais |
| Type de Cours | Électif |
| Niveau du Cours | Licence |
| Objectif du Cours | Bu dersin nihai amacı, karakterler ve Gauss toplamlarını kullanarak kuadratik karşılıklık yasasını ispatlamaktır. |
| Contenus | Ders, alanın temel kavramlarını ve başlıca araçlarını kapsar; teori ile uygulamayı, yönlendirilmiş örnekler ve kademeli olarak zorlaşan alıřtırmalar aracılıęıyla ilişkilendirir. |
| Ressources | William Stein, Elementary Number Theory: Primes, Congruences, and Secrets, https://wstein.org/ent/ent.pdf Kenneth Ireland & Michael Rosen, A Classical Introduction to Modern Number Theory Ivan Niven, Herbert Zuckerman, Hugh Montgomery, An Introduction to the Theory of Numbers |

Intitulés des Sujets Théoriques

| Semaine | Intitulés des Sujets |
|---------|--|
| 1 | Congruences; arithmétique mod n ; exemples-guides et conjectures. |
| 2 | Algorithme d'Euclide et identité de Bézout. PGCD; inverses modulaires; congruences linéaires. |
| 3 | Nombres premiers et factorisation unique. Lemmes de base; applications aux congruences. |
| 4 | Le groupe $(\mathbb{Z}/n\mathbb{Z})^\times$. Fonction φ d'Euler; théorème d'Euler; ordre d'un élément. |
| 5 | Résidus quadratiques : exploration. Carrés modulo un premier; comptage; premiers tableaux de résidus. |
| 6 | Symbole de Legendre et critère d'Euler. Définition; multiplicativité; calculs rapides. |
| 7 | Lois supplémentaires. $\left(\frac{-1}{p}\right) \pmod{4}$ et $\left(\frac{2}{p}\right) \pmod{8}$; preuves guidées. |
| 8 | Caractères multiplicatifs. Caractères de $(\mathbb{Z}/p\mathbb{Z})^\times$; orthogonalité; caractère quadratique. |
| 9 | Caractères additifs et racines de l'unité. Sommes exponentielles modulo p ; identités de base. |

| Semaine | Intitulés des Sujets |
|---------|---|
| 10 | Sommes de Gauss I. Définition $\tau(\chi)$; identités de torsion; valeur absolue et exemples. |
| 11 | Sommes de Gauss II. Évaluation de la somme de Gauss quadratique; détermination du signe via $p \pmod{4}$. |
| 12 | Réciprocité quadratique. Preuve par sommes de Gauss et caractères; synthèse des étapes. |
| 13 | Symbole de Jacobi et calcul effectif. Généralisation au dénominateur composé; prudence et exemples. |
| 14 | Applications & projets. Décider la solubilité de $x^2 \equiv a \pmod{p}$; mini-projets et portfolios finaux. |

Contenus

| Nom du Cours | | Semestre du Cours | Cours Théoriques | Travaux Dirigés (TD) | Travaux Pratiques (TP) | Crédit du Cours | ECTS |
|--------------|--------------------------|-------------------|------------------|----------------------|------------------------|-----------------|------|
| MAT416 | Mathématiques appliquées | 8 | 3 | 0 | 0 | 4 | 5 |

| | |
|---------------------------------|--|
| Cours Pré-Requis | |
| Conditions d'Admission au Cours | |

| | |
|-------------------|---|
| Langue du Cours | Français |
| Type de Cours | Électif |
| Niveau du Cours | Licence |
| Objectif du Cours | L'objectif de ce cours est (1) étudier des applications contractantes sur des espaces métriques (2) étudier la théorie d'approximation sur des espaces de Hilbert. (3) Etudier la base d'Optimisation et faire les applications (4) étudier les applications de ce trois théories ((1), (2) et (3)) aux diverses problèmes mathématiques, physiques et économiques. |
| Contenus | (1) Applications contractantes, Théoreme de point fixe de Banach. Applications: methode de Newton, Théoreme de Cobweb (exercices en microéconomie), équations linéaires avec Iteration de Gauss-Seidel et Jacobi, équations différentielles (Théoreme de Picard), équations d'Integral (Fredholm-Volterra) Divers d'autres applications en économie, en théorie de jeux (2) Théorie d'approximation sur des espaces normées, la meilleure approximation: approximation uniforme et approximation au sens de moindres carrées, convexité, projections, condition de Haar, polynomes de Chebyshev, théorie d'approximation sur des espaces de Hilbert Applications en science des données (3) Theorie de l'Optimisation et algorithmes usuelles pour solutions numériques |

| | |
|------------|---|
| Ressources | <p>Introductory Functional Analysis with Applications, E. Kreyszig, Wiley</p> <p>An Introduction to Real Analysis, T. Terzioğlu, ODTÜ</p> <p>Fonksiyonel Analizin Yöntemleri, T. Terzioğlu, Matematik Vakfı</p> <p>Fonksiyonel Analiz, E. Şuhubi, İTÜ Vakfı</p> <p>Bir Analizcinin Defeterinden Seçtikleri, T.Terzioğlu, Nesin Matematik Köyü</p> <p>Real Analysis with Economic Applications, Efe A. Ök, Princeton University Press</p> <p>Numerical Optimization , J. Nocedal & S. J. Wright, Springer , 1999. ve 2. basım:</p> <p>Introduction to Global Optimization , R. Horst , P. M.Pardolas &N. V. Thoai , Kluwer Academic Publishers ,</p> <p>The Princeton Companion to Applied Mathematics , Edited by Nicholas J. Higham , Princeton University Press , 2015</p> <p>https://nhigham.com/2016/03/29/the-top-10-algorithms-in-applied-mathematics</p> <p>A gentle introduction to optimization / B. Guenin , J. Könemann , L. Tunçel Cambridge University Press</p> |
|------------|---|

Intitulés des Sujets Théoriques

| Semaine | Intitulés des Sujets |
|---------|----------------------|
| 1 | |
| 2 | |
| 3 | |
| 4 | |
| 5 | |
| 6 | |
| 7 | |
| 8 | Examen Partiel |
| 9 | |
| 10 | |
| 11 | |
| 12 | |
| 13 | |
| 14 | |

Contenus

| Nom du Cours | Semestre du Cours | Cours Théoriques | Travaux Dirigés (TD) | Travaux Pratiques (TP) | Crédit du Cours | ECTS |
|--------------|-------------------------|------------------|----------------------|------------------------|-----------------|------|
| MAT421 | Sujets sélectionnés III | 8 | 3 | 0 | 3 | 5 |

| | |
|---------------------------------|--|
| Cours Pré-Requis | |
| Conditions d'Admission au Cours | |

| | |
|-------------------|---|
| Langue du Cours | Français |
| Type de Cours | Électif |
| Niveau du Cours | Licence |
| Objectif du Cours | Bu dersin amacı, diferansiyel manifoldların diferansiyel geometrisine titiz bir giriş sağlamaktır. Hedefi, öğrencileri manifoldların geometrik ve analitik incelenmesi için gerekli temel araçlarla donatmaktır: teğet uzaylar, vektör alanları, diferansiyel formlar ve integral alma. Bu ders, küresel analiz, diferansiyel topoloji ve matematiksel fizik için temel bir teorik zemin oluşturmaktadır. |
| Contenus | - |
| Ressources | F. Pham, Géométrie et calcul différentiel sur les variétés. M. Spivak, Calculus on Manifolds. J. M. Lee, Introduction to Smooth Manifolds. S. Lang, Differential and Riemannian Manifolds. |

Intitulés des Sujets Théoriques

| Semaine | Intitulés des Sujets |
|---------|--|
| 1 | Rappels de topologie et de calcul différentiel. Motivation et exemples introductifs. |
| 2 | Variétés différentiables : cartes, atlas et structures différentiables. |
| 3 | Applications différentiables entre variétés. Différentielle et rang. |
| 4 | Théorèmes d'inversion locale, des fonctions implicites et des sous-variétés. |
| 5 | Espaces tangents : définitions équivalentes et propriétés fondamentales. |
| 6 | Champs de vecteurs et dérivations. Flots et groupes à un paramètre. |
| 7 | Formes différentielles et algèbre extérieure. |
| 8 | Partiel |
| 9 | Différentielle extérieure et propriétés fondamentales. |
| 10 | Orientation des variétés et intégration des formes différentielles. |
| 11 | Formule de Stokes et théorèmes classiques (Green, Gauss). |
| 12 | Applications géométriques : courbes et surfaces dans \mathbb{R}^3 . |
| 13 | Introduction à la cohomologie de de Rham |
| 14 | Révisions générales et exercices de synthèse. |

Contenus

| Nom du Cours | Semestre du Cours | Cours Théoriques | Travaux Dirigés (TD) | Travaux Pratiques (TP) | Crédit du Cours | ECTS |
|--------------|-------------------|------------------|----------------------|------------------------|-----------------|------|
| MAT453 | Stage II | 8 | 1 | 0 | 1 | 5 |

| | |
|---------------------------------|--|
| Cours Pré-Requis | |
| Conditions d'Admission au Cours | |

| | |
|-----------------|---------|
| Langue du Cours | Turc |
| Type de Cours | Électif |

| | |
|-------------------|---|
| Niveau du Cours | Licence |
| Objectif du Cours | Ce cours est électif. Les étudiants peuvent faire leurs stages dans un entreprise qu'ils désirent. Après la fin du stage, on doit donner les informations requises au stage à leurs professeur. Pour plus informations: https://matematik.gsu.edu.tr/tr/egitim/lisans/staj |
| Contenus | Ce cours est électif. Les étudiants peuvent faire leurs stages dans un entreprise qu'ils désirent. Après la fin du stage, on doit donner les informations requises au stage à leurs professeur. Pour plus informations: https://matematik.gsu.edu.tr/tr/egitim/lisans/staj |
| Ressources | |

Intitulés des Sujets Théoriques

| Semaine | Intitulés des Sujets |
|---------|----------------------|
|---------|----------------------|

Contenus

| Nom du Cours | | Semestre du Cours | Cours Théoriques | Travaux Dirigés (TD) | Travaux Pratiques (TP) | Crédit du Cours | ECTS |
|--------------|----------------------|-------------------|------------------|----------------------|------------------------|-----------------|------|
| MAT497 | Mémoire de licence I | 8 | 3 | 0 | 0 | 3 | 7 |

| | |
|---------------------------------|--|
| Cours Pré-Requis | |
| Conditions d'Admission au Cours | |

| | |
|-------------------|--|
| Langue du Cours | Français |
| Type de Cours | Obligatoire |
| Niveau du Cours | Licence |
| Objectif du Cours | <p>Matematik bitirme projesi, öğrencilerin üniversite öğrenimi boyunca edindikleri bilgi ve becerileri kullanacakları, matematiksel standartlarını ve gerçekçi koşulları/kısıtları içerecek ana tasarım deneyiminin kazandırılması açısından çok önemlidir. Bu kapsamda dersin amaçları şu şekilde belirlenmiştir:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Öğrencilere genel matematiksel bilgilerini açık uçlu, gerçek hayat problemlerini yaratıcı şekilde çözmek için entegre ve sentez etme zemini yaratılmasını sağlamak. - Öğrencilerin, bir problemin tanımını yapmalarını, amaçlarını ve kriterlerini tanımlamalarını, veri toplamalarını, teknik analiz yapmalarını, çözüm önerisi geliştirmelerini ve elde ettikleri sonuçları sunmalarını sağlamak. - Tanımlanmış bir problemin çözümü için yazılımsal veya donanımsal bir sistem tasarlamaalarını sağlamak. - Verilen problemin çözümü esnasında bilişim teknolojilerinin, yazılım kitaplıklarının, mevcut araçların etkin bir şekilde kullanılmasını sağlamak. |

| | |
|------------|---|
| Contenus | <p>1. Hafta Bilimsel araştırma süreci, araştırma probleminin belirlenmesi, araştırma raporu hazırlama</p> <p>2. Hafta Öğrencilerin seçtikleri proje konuları üzerine tartışma, proje amaçlarının belirlenmesi ve sunulması</p> <p>3. Hafta Proje çalışma takviminin belirlenmesi, proje yönetim araçlarının kullanımı ile ilgili temel bilgiler</p> <p>4. Hafta Proje planının hazırlanması</p> <p>5. Hafta Yazın taraması yapma, benzer çalışmaları belirleme, mevcut çalışmaları belirleme, yazın araştırması raporu, doğru kaynak gösterimi</p> <p>6. Hafta Bir projede yapılacak işlerin ve kullanılacak teknolojilerin belirlenmesi, proje bileşenlerini belirleme</p> <p>7. Hafta Projenin tasarımını yapma, iş akışlarının ve kullanım gerekliliklerinin belirlenmesi, mevcut proje tasarım araçlarının kullanımı ile ilgili temel bilgiler</p> <p>8. Hafta</p> <p>9. Hafta 1. Ara raporun hazırlanması</p> <p>10. Hafta</p> <p>11. Hafta</p> <p>12. Hafta</p> <p>13. Hafta</p> <p>14. Hafta 2. Ara raporun hazırlanması</p> |
| Ressources | |

Intitulés des Sujets Théoriques

| Semaine | Intitulés des Sujets |
|---------|----------------------|
|---------|----------------------|

Contenus

| Nom du Cours | | Semestre du Cours | Cours Théoriques | Travaux Dirigés (TD) | Travaux Pratiques (TP) | Crédit du Cours | ECTS |
|--------------|-----------------------|-------------------|------------------|----------------------|------------------------|-----------------|------|
| MAT499 | Mémoire de licence II | 8 | 4 | 0 | 0 | 4 | 7 |

| | |
|---------------------------------|--|
| Cours Pré-Requis | |
| Conditions d'Admission au Cours | |

| | |
|-------------------|--|
| Langue du Cours | Français |
| Type de Cours | Obligatoire |
| Niveau du Cours | Licence |
| Objectif du Cours | Bu ders kapsamında öğrencilerin özgün bir araştırma gerçekleştirmeleri amaçlanmaktadır. |
| Contenus | Bu ders kapsamında özgün bir akademik araştırmanın araştırma sorularını oluşturmak, belirlenen sorunsal kapsamında hipotezlerin belirlenmesi, ve araştırma yönteminin belirlenmesi, literatür taraması yapılması gibi konular ele alınacaktır. |
| Ressources | |

Intitulés des Sujets Théoriques

| Semaine | Intitulés des Sujets |
|---------|-----------------------|
| 1 | Conseiller d'etudiant |
| 2 | Conseiller d'etudiant |
| 3 | Conseiller d'etudiant |

| Semaine | Intitulés des Sujets |
|---------|-----------------------|
| 4 | Conseiller d'etudiant |
| 5 | Conseiller d'etudiant |
| 6 | Conseiller d'etudiant |
| 7 | Conseiller d'etudiant |
| 8 | Examen Partiel |
| 9 | Conseiller d'etudiant |
| 10 | Conseiller d'etudiant |
| 11 | Conseiller d'etudiant |
| 12 | Conseiller d'etudiant |
| 13 | Conseiller d'etudiant |
| 14 | Examen Final |

Contenus

| Nom du Cours | | Semestre du Cours | Cours Théoriques | Travaux Dirigés (TD) | Travaux Pratiques (TP) | Crédit du Cours | ECTS |
|--------------|------------------|-------------------|------------------|----------------------|------------------------|-----------------|------|
| MAT205 | Anneaux et Corps | 4 | 5 | 0 | 0 | 5 | 8 |

| | |
|---------------------------------|--|
| Cours Pré-Requis | |
| Conditions d'Admission au Cours | |

| | |
|-------------------|---|
| Langue du Cours | Français |
| Type de Cours | Obligatoire |
| Niveau du Cours | Licence |
| Objectif du Cours | Öğrencilerin cebirsel refleksi geliştirmek: yapı kavramı, sembolik hesap ve morfizma kavramına aşinalık. |
| Contenus | <p>Bu ders, yapısal kurgusunu Z'nin temel aritmetiğinden yola çıkarak halka kavramı üzerine inşa eder; burada ilk olarak tamlık yapıları ve ideallerin mekaniği, bölüm halkası kavramına anlam kazandırmak üzere titizlikle incelenir. Müfredat, polinom halkalarında çarpanlara ayırma üzerine kurulan disiplinli bir çalışmayla devam ederek cisim genişlemeleri teorisine evrilir ve nihayetinde sonlu cisimlerin zarif sınıflandırması ve devirli yapılarıyla en üst noktasına ulaşır.</p> <p>https://github.com/onayg/mat205</p> |
| Ressources | <p>D. Perrin, Cours d'algèbre, Ellipses J.-J. Risler & M. Boyer, Algèbre pour la Licence 3, Dunod M. Hindry, Arithmétique, Calvage & Mounet (corps finis) F. De Marçay, Groupes, Anneaux, Corps, photocopié Orsay</p> <p>https://github.com/onayg/mat205</p> |

Intitulés des Sujets Théoriques

| Semaine | Intitulés des Sujets |
|---------|----------------------|
|---------|----------------------|

Contenus

| Nom du Cours | | Semestre du Cours | Cours Théoriques | Travaux Dirigés (TD) | Travaux Pratiques (TP) | Crédit du Cours | ECTS |
|--------------|--|-------------------|------------------|----------------------|------------------------|-----------------|------|
| ATA001 | Principes Kémalistes et L'histoire de la Révolution Turque I | 1 | 2 | 0 | 0 | 2 | 2 |

| | |
|---------------------------------|--|
| Cours Pré-Requis | |
| Conditions d'Admission au Cours | |

| | |
|-------------------|-------------|
| Langue du Cours | Turc |
| Type de Cours | Obligatoire |
| Niveau du Cours | Licence |
| Objectif du Cours | |
| Contenus | |
| Ressources | |

Intitulés des Sujets Théoriques

| Semaine | Intitulés des Sujets |
|---------|----------------------|
|---------|----------------------|

Contenus

| Nom du Cours | | Semestre du Cours | Cours Théoriques | Travaux Dirigés (TD) | Travaux Pratiques (TP) | Crédit du Cours | ECTS |
|--------------|-----------------|-------------------|------------------|----------------------|------------------------|-----------------|------|
| TUR001 | Langue Turque I | 3 | 2 | 0 | 0 | 2 | 2 |

| | |
|---------------------------------|--|
| Cours Pré-Requis | |
| Conditions d'Admission au Cours | |

| | |
|-------------------|-------------|
| Langue du Cours | Turc |
| Type de Cours | Obligatoire |
| Niveau du Cours | Licence |
| Objectif du Cours | |
| Contenus | |
| Ressources | |

Intitulés des Sujets Théoriques

| Semaine | Intitulés des Sujets |
|---------|----------------------|
|---------|----------------------|