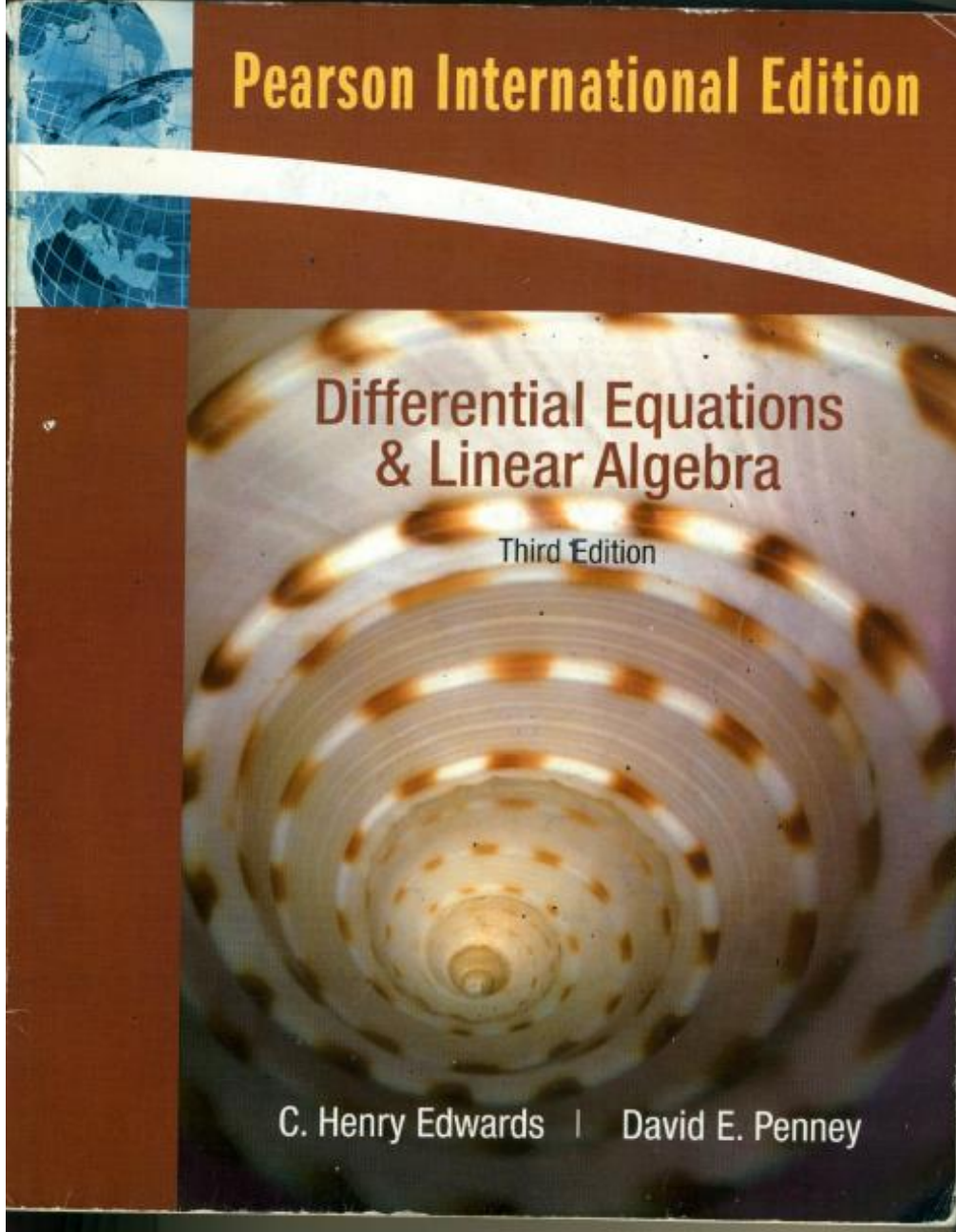


# MAT 210-210E MÜHENDİSLİK MATEMATİĞİ

## AYRINTILI DERS PLANI

Ders Kitabı:



# CONTENTS

---

Application Modules viii

Preface xi

## CHAPTER

# 1

## First-Order Differential Equations 1

- 1.1 Differential Equations and Mathematical Models 1
- 1.2 Integrals as General and Particular Solutions 10
- 1.3 Slope Fields and Solution Curves 19
- 1.4 Separable Equations and Applications 32
- 1.5 Linear First-Order Equations 48
- 1.6 Substitution Methods and Exact Equations 60

## CHAPTER

# 2

## Mathematical Models and Numerical Methods 79

- 2.1 Population Models 79
- 2.2 Equilibrium Solutions and Stability 92
- 2.3 Acceleration–Velocity Models 100
- 2.4 Numerical Approximation: Euler's Method 112
- 2.5 A Closer Look at the Euler Method 124
- 2.6 The Runge–Kutta Method 135

## CHAPTER

# 3

## Linear Systems and Matrices 147

- 3.1 Introduction to Linear Systems 147
- 3.2 Matrices and Gaussian Elimination 156
- 3.3 Reduced Row-Echelon Matrices 167
- 3.4 Matrix Operations 176
- 3.5 Inverses of Matrices 188
- 3.6 Determinants 202
- 3.7 Linear Equations and Curve Fitting 218

## CHAPTER

## 4

**Vector Spaces 227**

- 4.1 The Vector Space  $\mathbf{R}^3$  227
- 4.2 The Vector Space  $\mathbf{R}^n$  and Subspaces 238
- 4.3 Linear Combinations and Independence of Vectors 245
- 4.4 Bases and Dimension for Vector Spaces 253
- 4.5 Row and Column Spaces 260
- 4.6 Orthogonal Vectors in  $\mathbf{R}^n$  269
- 4.7 General Vector Spaces 277

## CHAPTER

## 5

**Higher-Order Linear Differential Equations 286**

- 5.1 Introduction: Second-Order Linear Equations 286
- 5.2 General Solutions of Linear Equations 301
- 5.3 Homogeneous Equations with Constant Coefficients 314
- 5.4 Mechanical Vibrations 326
- 5.5 Nonhomogeneous Equations and Undetermined Coefficients 338
- 5.6 Forced Oscillations and Resonance 353

## CHAPTER

## 6

**Eigenvalues and Eigenvectors 366**

- 6.1 Introduction to Eigenvalues 366
- 6.2 Diagonalization of Matrices 376
- 6.3 Applications Involving Powers of Matrices 383

## CHAPTER

## 7

**Linear Systems of Differential Equations 396**

- 7.1 First-Order Systems and Applications 396
- 7.2 Matrices and Linear Systems 407
- 7.3 The Eigenvalue Method for Linear Systems 418
- 7.4 Second-Order Systems and Mechanical Applications 432
- 7.5 Multiple Eigenvalue Solutions 446
- 7.6 Numerical Methods for Systems 465

## CHAPTER

## 8

**Matrix Exponential Methods 481**

- 8.1 Matrix Exponentials and Linear Systems 481
- 8.2 Nonhomogeneous Linear Systems 495
- 8.3 Spectral Decomposition Methods 503

**CHAPTER 9 Nonlinear Systems and Phenomena 517****9**

- 9.1 Stability and the Phase Plane 517
- 9.2 Linear and Almost Linear Systems 530
- 9.3 Ecological Models: Predators and Competitors 545
- 9.4 Nonlinear Mechanical Systems 558

**CHAPTER 10 Laplace Transform Methods 576****10**

- 10.1 Laplace Transforms and Inverse Transforms 576
- 10.2 Transformation of Initial Value Problems 587
- 10.3 Translation and Partial Fractions 600
- 10.4 Derivatives, Integrals, and Products of Transforms 610
- 10.5 Periodic and Piecewise Continuous Input Functions 618

**CHAPTER 11 Power Series Methods 629****11**

- 11.1 Introduction and Review of Power Series 629
- 11.2 Power Series Solutions 642
- 11.3 Frobenius Series Solutions 655
- 11.4 Bessel Functions 671

References for Further Study 683

Appendix A: Existence and Uniqueness of Solutions 685

Appendix B: Theory of Determinants 699

Answers to Selected Problems 709

Index I-1

# 1.CHAPTER 1

## First-Order Differential Equations

### 1.1. Differential Equations and Mathematical Models

- Dif. Denk. Tanımı verilecek, Örnek 1 ve Örnek 2 yapılacak. Örnek 3, Örnek 4 ve Örnek 5 isteğe bağlı verilebilir kullanılan zamana bağlı olarak.
- **Mathematical Models alt başlığı anlatılmayacak.**
- Terminoloji anlatılacak (Order, Solutions, Initial Value Problem, vb.)

### 1.2. Integrals as General and Particular Solutions

- Genel ve Özel Çözüm tanımları verilecek, Örnek 1 yapılacak, **diğer kısımlar anlatılmayacak.**

### 1.3. Slope Fields and Solution Curves

- Existence and Uniqueness of Solutions alt başlığından başlanacak ve Örnek 5 verilecek.
- Theorem 1, Remark 1, Remark 2 ve Remark 3 verilecek, Örnek 6 yapılacak

### 1.3 Application yapılmayacak

### 1.4. Separable Equations and Applications

- Implicit, General, and Singular Solutions alt başlığı anlatılacak
- **Natural Growth and Decay, The Natural Growth Equation Cooling and Heating, Torricelli's Law alt başlıkları anlatılmayacak.**

**1.4 Application yapılmayacak** (The Logistic Equation, değişkenlere ayrılması metoduna örnek olarak verilebilir!)

### 1.5. Linear First-Order Equations

- İntegrasyon çarpanı çıkartılışı verilecek. ( $D_x$  notasyonu tanımlanmalı, kitabın ilerleyen kısımlarında kullanılıyor!)
- Örnek 1 ve Örnek 2 ve Teorem 1 (Varlık-Teklik) verilecek.
- Örnek 3 ve Problem 27, 29 (bir tanesi) verilecek.

### 1.5 Application yapılmayacak

### 1.6. Substitution Methods and Exact Equations

- Substitution anlatılacak, Örnek 1 yapılacak
- Homogeneous Equations anlatılacak, Örnek 2, Örnek 3 ve Problem 59 yapılacak.
- Bernoulli Equations anlatılacak, Örnek 5 yapılacak.
- **Flight Trajectories alt başlığı anlatılmayacak**
- Exact Differential Equations anlatılacak Örnek 8 yapılacak. Theorem 1 verilecek Örnek 9 yapılacak
  - **Önemli Not: Tam Dif. Denk. İntegrasyon çarpanı kullanılarak tamlaştırma anlatılmayacak**
- Reducible Second-Order Equations; Dependent variable  $y$  missing ve Independent variable  $x$  missing, Örnek 10 ve Örnek 11 yapılacak.
  - **Önemli Not: Problem 63 ve verilen Riccati equation ve Problem 66 da verilen Clairaut equation worksheet de verilecek**

### 1.6 Application yapılmayacak

## 2. CHAPTER 2

**Mathematical Models and Numerical Methods: Öğrenciye Okuma olarak bırakılacak**

## 3. CHAPTER 3

### Linear Systems and Matrices

#### 3.1. Introduction to Linear Systems

- Örnek 1 anlatılacak (consistent ve inconsistent tanımları verilecek)
- Three Possibilities
- The Method of Elimination, **Örnek 3, Örnek4 ve Örnek 5 yapılmayacak**. Elementary operators verilecek.
- Three Equations in Three Unknowns, Örnek 6 ve Örnek 7 yapılacak.
- A Differential Equations Application, Örnek 8 yapılmayacak.

#### 3.2. Matrices and Gaussian Elimination

- Tanımlar (matrix, rows, columns vb.) verilecek, Örnek 1 yapılacak
- Coefficients Matrices, Örnek2 yapılacak
- Elementary Row Operations, Örnek 3 yapılacak
- Echelon Matrices, Example 4 yapılacak
- Gaussian Elimination, Example 5 yapılacak
- Problem 28 yapılacak

#### **3.2 Application yapılmayacak**

#### 3.3. Reduced Row-Echelon Matrices

- **The Three Possibilities verilmeyecek**
- Homogeneous Systems
- Equal Numbers of Equations and Variables

#### **3.3 Application yapılmayacak**

#### 3.4. Matrix Operations (Tümü)

- Vectors
- Matrix Multiplication
- Matrix Equations
- Matrix Algebra

#### 3.5. Inverses of Matrices (Tümü)

- The Inverse Matrix  $A^{-1}$
- How to Find  $A^{-1}$
- Matrix Equations
- Nonsingular Matrices

#### **3.5 Application yapılmayacak**

#### 3.6. Determinants (Tümü)

- Higher-Order Determinants
- Row and Column Properties
- The Transpose of a Matrix
- Determinants and Invertibility
- Cramer's Rule for nxn Systems
- Inverses and the Adjoint Matrix
- **Computational Efficiency anlatılmayacak**

#### **3.7. Linear Equations and Curve Fitting anlatılmayacak**

## 4. CHAPTER 4

### Vector Spaces

#### 4.1. The Vector Space $\mathbb{R}^3$ (Öğrenciye okuma olarak bırakılacak.)

#### 4.2. The Vector Space $\mathbb{R}^n$ and Subspaces (Tümü)

- Definition of a Vector Space
- Subspaces

#### 4.3. Linear Combinations and Independence of Vectors (Tümü)

- Linear Independence

#### 4.4. Bases and Dimension for Vector Spaces

- Tanım ve Teoremler verilecek Örnek 4 yapılacak
- Bases for Solution Spaces

#### 4.5. Row and Column Spaces (Tümü)

- Row Space and Row Rank
- Column Space and Column Rank
- Rank and Dimension
- Nonhomogeneous Linear Systems

#### 4.6. Orthogonal Vectors in $\mathbb{R}^n$ (Anlatılmayacak)

- 4.5 Rank and Dimension bölümünde de olan Null Space tanımı verilecek.

#### 4.7. General Vector Spaces (Anlatılmayacak)

## 5. CHAPTER 5

### Higher- Order Linear Differential Equations

#### 5.1. Introduction: Second-Order Linear Equations (Tümü)

- A Typical Application anlatılmayacak
- Homogeneous Second-Order Linear Equations
- Linear Independent Solutions
- General Solutions
- Linear Second-Order Equations with Constant Coefficients

#### 5.1 Application anlatılmayacak

- Önemli Not: 5.1 alt bölümünün konuları 5.2 alt bölümünde anlatılabilir.

#### 5.2. General Solutions of Linear Equations (Tümü)

- Existence and Uniqueness of Solutions
- Linearly Independent Solutions
- General Solutions
- Nonhomogeneous Equations

#### 5.2 Application anlatılmayacak

#### 5.3. Homogeneous Equations with Constant Coefficients (Tümü)

- The Characteristic Equation
- Distinct Real Roots
- Polynomial Differential Operators
- Repeated Real Roots
- Complex-Valued Functions and Euler's Formula
- Complex Roots
- Repeated Complex Roots

#### 5.3 Application anlatılmayacak

#### 5.4. Mechanical Vibrations anlatılmayacak

#### 5.5. Nonhomogeneous Equations and Undetermined Coefficients

- The General Approach
- The Case of Duplication
- Variation of Parameters

#### 5.5 Application anlatılmayacak

#### 5.6. Forced Oscillations and Resonance anlatılmayacak



## 6. CHAPTER 6

### Eigenvalues and Eigenvectors

#### 6.1. Introduction to Eigenvalues ( Tümü)

- The Characteristic Equation
- Eigenspaces
- Problem 38 ve Problem 39  $n=2$  için verilebilir

#### 6.2. Diagonalization of Matrices (Tümü)

- Similarity and Diagonalization

#### 6.3. Applications Involving Powers of Matrices

- Örnek 1 yapılacak
- **Transition Matrices anlatılmayacak**
- **Predator-Prey Models anlatılmayacak**
- The Cayley-Hamilton Theorem Örnek 6 yerine Problemler kısmından  $2 \times 2$  'lik matris için örnek yapılacak

## 7. CHAPTER 7

### Linear Systems of Differential Equations

#### 7.1. First Order Systems and Applications anlatılmayacak

#### 7.2. Matrices and Linear Systems

- First- Order Linear Systems anlatılacak. Ek olarak
  - 7.1 bölümündeki Örnek 3 ve Örnek 6 çözülecek
  - 7.1 bölümündeki Teorem 1 (varlık-teklik teorem) verilecek.
- Independence and General Solutions
- Initial Value Problems and Elementary Row Operations , Örnek 4 isteğe bağlı
- Nonhomogeneous Solutions, Örnek 5 isteğe bağlı.

#### 7.3. The Eigenvalue Method for Linear Systems

##### ○ Önemli: Örnekler ve konu anlatımı $2 \times 2$ 'lik sistemler ile sınırlı kalacaktır.

- The Eigenvalue Method
- Distinct Real Roots, Örnek 1 yapılacak
- **Compartmental Analysis anlatılmayacak**
- Complex Eigenvalues, Örnek 3 yapılacak

#### 7.3 Application anlatılmayacak

#### 7.4. Second- Order Systems and Mechanical Applications anlatılmayacak

#### 7.5. Multiple Eigenvalue Solutions

- Sadece katlılığın ( $k=2$ ) 2 olması durumu anlatılacak, genelleme isteğe bağlı
- **An Applications anlatılmayacak**
- **The Jordan Normal Form anlatılmayacak**
- **The General Cayley-Hamilton Theorem anlatılmayacak**

## 10. CHAPTER 10

### Laplace Transform Methods

#### 10.1. Laplace Transforms and Inverse Transforms (Tüm) ,

Teorem ispatları yapılmayacak

#### 10.2. Transformation of Initial Value Problems

- Linear Systems , Transform Perspective ve Extension of Theorem 1 alt başlıkları anlatılmayacak

#### 10.2 Applications anlatılmayacak

#### 10.3. Translation and Partial Fractions

- Rule 1 ve Rule 2 örnekler içerisinde verilebilir.
- Resonance and Repeated Quadratic Factors alt başlığında yer alan (16) ve (17) dönüşümleri isteğe bağlı verilebilir.
- 

#### 10.3. Applications anlatılmayacak

#### 10.4. Derivatives, Integrals, and Products of Transforms (Tümü)

- Differentiation of Transforms
- Integration of Transforms, Theorem3 ispatı yapılmayacak

#### 10.5. Periodic and Piecewise Continuous Input Functions (Tümü)

- Vakit kalırsa Transforms of Periodic Functions alt başlığı anlatılabilir.