

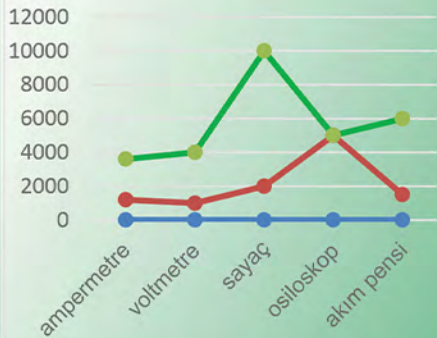
	A	B	C	D
1				
2				
3				
4				
5				
6				
7				
8				
9				
10				
11				
12				
13				
14				
15				
16				
17				
18				
19				
20				
21				

Nataša Bojinovska

Poliksena Miteva

**ELEKTRİK
ENERJİSİNDE BİLİŞİM
TEKNOLOJİLERİ**

3. Sınıf



X

**ELEKTRİK
ENERJİSİNDE BİLİŞİM
TEKNOLOJİLERİ
(seçmeli)**

III (üçüncü) sınıf için

eğitim profili/nitelik
Elektrik teknisyeni

**Elektroteknik mesleği/
Elektroteknik sektörü**

2025

ELEKTRİK ENERJİSİNDE BİLİŞİM TEKNOLOJİLERİ (seçmeli)

III (üçüncü) sınıf

Eğitim profili/nitelik: Elektrik teknisyeni

Elektroteknik mesleği/ Elektroteknik sektörü

Yazarlar:

Nataša Bojinovska

Poliksena Miteva

İnceleyenler:

Anton Çauşevski

Sofiya Temkova

Janeta Servini

Makedonca'dan Türkçe'ye çeviri: İlker Ali

Lektör: İbrahim Yusuf

Mesleki redaksiyon: İlker Ali

Editör: İlker Ali

Orijinal baskının başlığı

ИНФОРМАТИЧКИ ТЕХНОЛОГИИ ВО ЕЛЕКТРОЕНЕРГЕТИКА (изборен) за III

(трета) година, образовен профил/квалификација Електротехничар енергетичар

Електротехничка струка/ сектор Електротехника

Наташа Божиновска, Поликсена Митева

Yayıncı: Kuzey Makedonya Cumhuriyeti Eğitim ve Bilim Bakanlığı,

"Aziz Kiril ve Metodiy" Caddesi No: 54, 1000 Üsküp

Kapak Tasarımı: Nataša Bojinovska, Poliksena Miteva

Grafik ve teknik düzenleme: Eli Vasilevska İlievska – ARS STUDIO

Basın : Avrupa 92 – Koçana

Tiraj:

Basım yeri ve yılı: Üsküp, 2024

Milli Ders Kitapları Komisyonu tarafından 24.02.2025 tarihinde alınan 26-196/1 sayılı karar ile Elektrik enerjisinde bilgi teknolojileri (seçmeli) ders kitabı onaylanmıştır. Bu ders kitabı, Elektroteknik Meslek/ Elektroteknik Sektörü, Enerji Elektrik Teknisyeni eğitim profili/niteliği için üçüncü sınıf öğrencilerine yöneliktir.



ÖNSÖZ

ELEKTRİK ENERJİSİNDE BİLİŞİM TEKNOLOJİLERİ ders kitabı, Elektrik Mühendisliği alanı/ sektörü altında, 2019 yılından itibaren uygulanmakta olan **Elektrik Teknisyeni** eğitim profili/vasfı için, **3. sınıf** öğrencilerine yönelik seçmeli ders olarak hazırlanmıştır. Bu ders kitabı, teknik eğitimin modernizasyonu projesi kapsamında yapılan müfredat değişikliklerinin bir sonucudur.

Kitabın içeriği, **2021/2022 eğitim-öğretim yılında uygulamaya konulan**, "Elektrik Enerjisinde Bilişim Teknolojileri" adlı 3. sınıf seçmeli dersin öğretim programı ile uyumludur.

Ders kitabının hazırlanmasında, Eğitim Geliştirme Bürosu tarafından yayımlanan "**Ders Kitabı Hazırlama Konsepti**" rehberi ile, Mesleki Eğitim ve Öğretim Merkezi tarafından yayımlanan "**İşbaşı Öğrenme Konsepti**" kullanılmıştır. Bu ikinci rehber, öğrencilere şirketlerde ve diğer kurumsal ortamlarda pratik iş başı eğitimiyle gerçek koşullarda iş deneyimi kazandırmayı amaçlamaktadır.

Bu ders kitabının öğretim içeriğine başarılı bir şekilde hakim olmak için bilgisayar bilimi, matematik, elektrik mühendisliği, elektrik ölçümleri ve elektrik tesisatları ve elektrikli aydınlatma hakkında önceden bilgi sahibi olmak gerekir.

İçerik açısından, müfredata uygun olarak, ders kitabı **3 modüler ünite** halinde tasarlanmıştır.

1. **Microsoft Excel**. Excel program penceresinin düzeni ve bölümleri açıklanmıştır. Excel'in temel ayarlarını değiştirme prosedürleri tanımlanmıştır. Yeni bir tane oluşturmak, mevcut bir tane açmak ve bir belgeyi kaydetmek bu modülün içeriğinden bazılarıdır. Formül ve işlev yazma prosedürleri, Excel'de uygulamalı çalışma yoluyla gösterilir.

2. **Microsoft Excel'de belgelerle çalışma**. Microsoft Excel programında belge oluşturma yoluyla veri türleri, bunların girilmesi ve kopyalanması

tanımlanmıştır. Tabloların, sütunların ve satırların biçimlendirilmesi ve formatlanması adımları, Excel'de belge oluşturma üzerine yapılan pratik alıştırmalarla gösterilmiştir. Bu modülün içeriğinde verilerin sıralanması ve otomatik filtrelenebilmesi işlemleri de yer almaktadır. Görsel açıklık sağlamak amacıyla çeşitli grafik türleri, bunların oluşturulması ve pratik alıştırmalarla uygulanması sunulmuştur. Belge oluşturma sürecinin son adımı olarak, belgelerin yazdırılması için gerekli adımların sırası gösterilmiştir.

3. **Microsoft Excel'de Yazılım Araçları Oluşturma.** Ölçü aletlerindeki hatalar, ölçü aletlerinin doğruluğunu kontrol etme prosedürü, ölçü aletlerindeki hataların hesaplanması bu modülün içeriğinden bazılarıdır. Ölçüm cihazlarında hata eğrilerinin çizilmesi, elektrik tesisatlarında iletken kesitlerinin hesaplanması ve topraklama iletkenlerinin topraklama direncinin hesaplanması için yazılım araçlarının oluşturulmasına önem verilmektedir.

Öğrenme sonuçları, öğrencilerin yaşına ve psiko-fiziksel yeteneklerine uygun şekilde uyarlanmış içeriklerin işlenmesiyle elde edilir. Her modülde, daha önce sunulan konunun en önemli noktalarını vurgulayan **"Unutma!"** başlıklı özetler yer almakta, modülün sonunda ise konuyla ilgili bilgileri pekiştirmek amacıyla **"Bilgini kontrol et!"** başlığı altında sorular bulunmaktadır.

İçeriğin sunumunda, konunun daha kolay kavranmasını sağlamak amacıyla çok sayıda görsel ve grafiksel temsil kullanılmıştır. Yeni tanımların, bilgi kontrol sorularının ve alıştırmaların kademeli olarak sunulmasına özen gösterilmiş, böylece gerekli didaktik yönlendirmeler yerine getirilmiştir.

Bu ders kitabının, branş öğretmenlerinin ihtiyaçlarına ve öğrencilerin konuyu öğrenme ve pekiştirme gereksinimlerine yanıt vereceğini umuyoruz.

Ders kitabının kalitesinin artırılmasına yapıcı eleştirileri ve önerileriyle katkı sağlayan inceleme komisyonu başkanına ve üyelerine teşekkür ederiz.

Yazarlardan

DERS KİTABINDA KISA BİR KILAVUZ

Her modül, anahtar kavramlar ve öğrenme sonuçları ile başlar, modüler içeriklerin öğrenilmesiyle birlikte...

X

Elektrik enerjisinde bilişim teknolojileri 3. Sınıf

Bu modüler birimin içeriğini öğrenerek öğrenci, aşağıdaki konularda bilgi, beceri ve yeterlilikler kazanacaktır:



Kendini değerlendirme için "Bilgini test et!" testi verilmiştir

Bilgini kontrol et!

C. Çoktan Seçmeli Sorular
(Doğru cevapları yuvarlak içine al)

1. Excel çalışma sayfasında B5 neyi ifade eder?
- A) Satır
 - B) Hücre
 - C) Sütun

Öne çıkan önemli kavramlar ve öğrenilen başlıklardan bilgiler

UNUTMA!

Her modülün sonunda bilgilerin ölçülmesine yönelik sorular verilmektedir:

1. Fonksiyonun argümanlarında hücre adresleri nasıl belirlenir?
2. E4, B3 ve C1 hücrelerindeki değerler fonksiyon nasıl görünür?

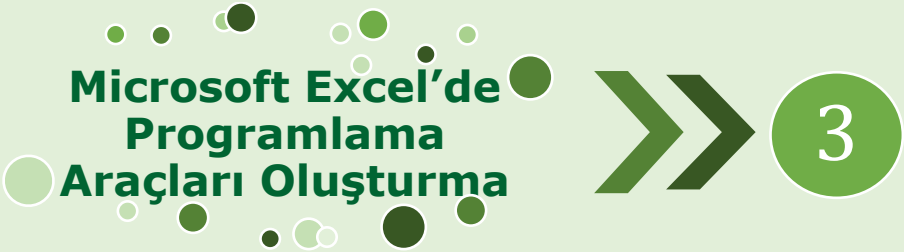
Alıştırmalar, modüler birimlerin içeriklerinin test edilmesini ve pratik olarak uygulanmasını sağlar.

Alıştırmalar:

1. Her bir sınıfın ortalama başarı notunu hesaplamak için "Ortalama" fonksiyonu kullanılır. Her sınıf için, "Ortalama" başarı ve "geçer" başarı notuna göre değerlendirilir.



Anahtar kelimeler: **Workbook, Sheet, Toolbar, hücre**



Clipboard Font Alignment Number Conditional Formatting Format as Table Cell Styles Cells Edit

Styles

A1

	A	B	C	D	E	F	G	H	I
1									
2									
3									
4									
5									
6									
7									
8									
9									
10									
11									
12									
13									
14									
15									
16									
17									
18									
19									
20									
21									
22									
23									
24									

1. MICROSOFT EXCEL

Bu modüler birimin içeriğini öğrenerek öğrenci, aşağıdaki konularda bilgi, beceri ve yeterlilikler kazanacaktır:

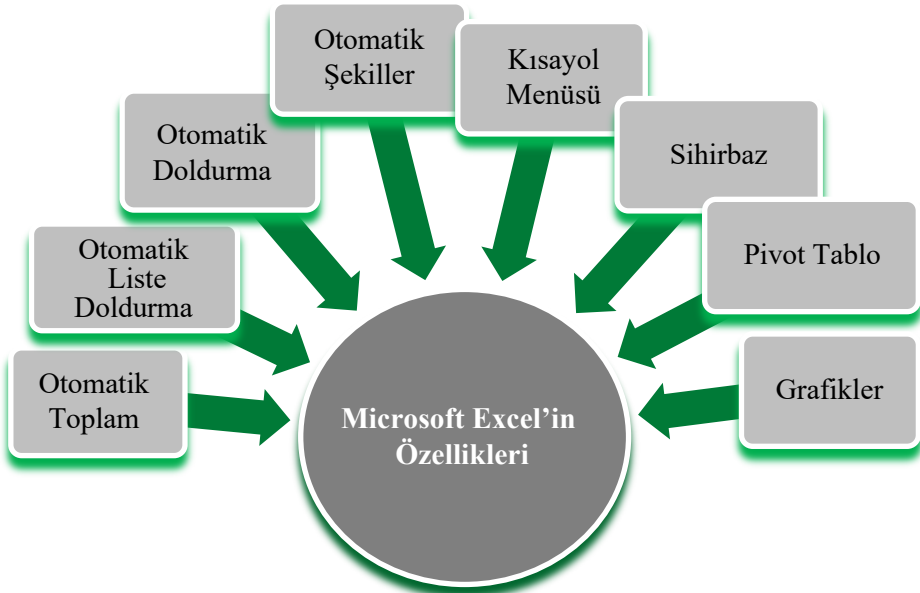
- **Microsoft Excel’de tablo içinde veri biçimlendirme,**
- **Microsoft Excel programının temel ayarlarını**
- **değiştirme adımlarını tanımlama,**
- **Microsoft Excel’de tablodaki verileri sıralama,**
- **Microsoft Excel’e formül ve fonksiyonlar girme,**
- **Microsoft Excel’de temel fonksiyonları uygulama.**

1. Microsoft Excel

Microsoft Excel, **Microsoft** tarafından tasarlanmış bir bilgisayar uygulama programıdır. Genellikle sekmeler (tabs), komut grupları ve çalışma sayfalarından oluşur. Verileri tablo şeklinde saklar ve verilerin yönetilmesi, işlenmesi, grafikler oluşturulması ve çok daha fazlasına olanak tanır. **Office Paketi** ile birlikte gelir – bu paket, **Word**, **PowerPoint**, **Access**, **Outlook** ve **OneNote** gibi birkaç başka Microsoft uygulamasını da içerir. Hem **Microsoft Windows'ta** hem de Mac OS işletim sisteminde desteklenmektedir.

Microsoft Excel belirli işlevler ve oluşturulan formüller aracılığıyla hesaplamalar yapmaya ve verilerin grafiksel olarak gösterilmesine olanak tanıyan bir elektronik tablo programıdır. Aşağıdaki metinde **Microsoft Excel'in** en son sürümü olan **Excel 16** analiz edilecektir.

Microsoft Excel'in Özellikleri



Şek. 1.1

Otomatik Toplam: “**AutoSum**” işlevi, bir hücre aralığındaki verileri toplamak için toplama formülünü otomatik olarak ekleyerek satır veya sütun toplamını hesaplar.

Listeyi Otomatik Doldurma (List AutoFill): Listenin sonuna yeni bir öge eklendiğinde, hücre biçimlendirmesini otomatik olarak genişletir.

Otomatik Doldurma (AutoFill): Bu özellik, hücrelerin yinelenen ya da ardışık verilerle (örneğin kronolojik tarihler, sayılar veya tekrarlayan metinler) hızlı bir şekilde doldurulmasını sağlar. AutoFill ayrıca formülleri kopyalamak için de kullanılabilir. Bu özellikle hem metinler hem de sayılar değiştirilebilir.

Otomatik Şekiller: "AutoShapes" araç çubuğu, belirli geometrik şekiller, oklar, yıldızlar ve daha fazlasını çizmeye olanak tanır. Bu şekiller kullanılarak grafikler de çizilebilir.

Sihirbaz (Wizard): "Wizard" aracı, etkili çalışmayı kolaylaştırmak için çeşitli yararlı ipuçları ve tekniklerle kullanıcıya rehberlik eder. "Sürükle ve Bırak" (Drag and Drop) işlevi ise verilerin ve metinlerin fare yardımıyla kolayca sürüklenerek yeniden konumlandırılmasını sağlar.

Grafikler (Charts): Bu özellik sayesinde veriler, pasta, çubuk, çizgi grafikleri ve diğer grafik türleri kullanılarak görsel biçimde sunulabilir.

Pivot Tablo (PivotTable): PivotTable, verileri hesaplamak, özetlemek ve analiz etmek için güçlü bir araçtır; dönemsel finansal raporlar, istatistiksel belgeler gibi dokümanlar oluşturmayı sağlar. Ayrıca verilerin grafiksel analizine de olanak tanır.

Kısayol Menüsü (ShortcutMenus): Klavye kısayol menüsü, daha verimli çalışmayı sağlamak ve menülere daha hızlı erişim için kullanılır.

Microsoft Office Excel 2016

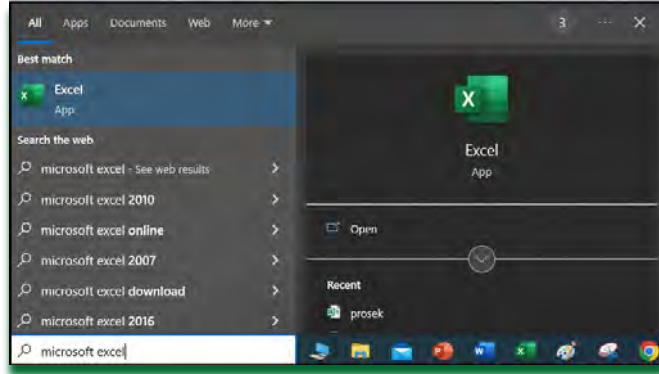


Anahtar kelimeler: Microsoft Office Excel, Grafikler, Pivot Tablo

1. Microsoft Excel

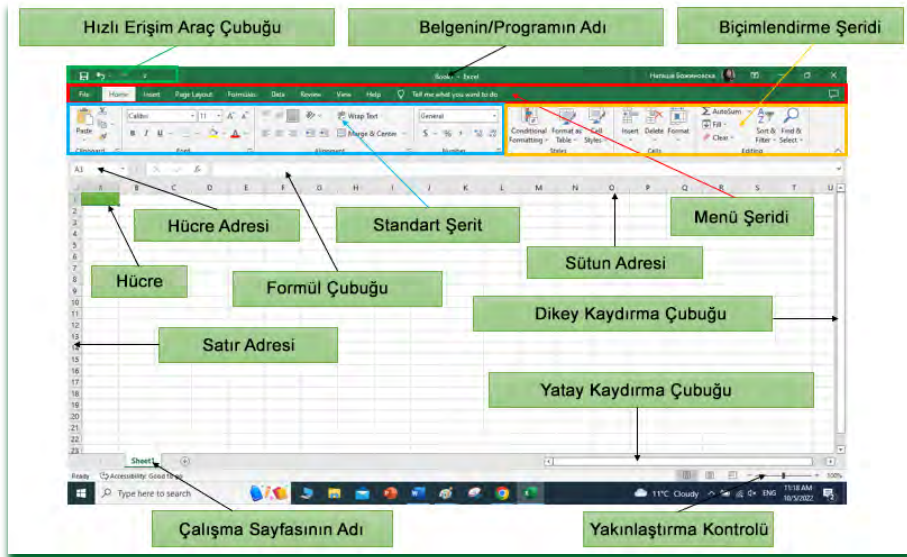
1.1 Microsoft Excel Program Penceresinin Bölümleri

Microsoft Excel programı yüklendiğinde, genellikle gerekli dosyalar ve klasörler de otomatik olarak yapılandırılır ve Başlat menüsünde bir simge oluşturulur. Program, **Başlat** menüsünden **Microsoft Office/Excel** seçilerek başlatılır.



Şekil. 1.2

Ayrıca, program masaüstündeki (**desktop**) kısayola (**shortcut**) çift tıklanarak veya herhangi bir **Excel** dosyasına çift tıklanarak da başlatılabilir. Böylece **Excel** programı açılır ve seçilen dosya aynı anda görüntülenir.



Şekil. 1.3

Program etkinleştirildiğinde, Şekil 1.3'te görüldüğü gibi çalışma penceresi açılır. Çalışma penceresi, araç çubukları ve çalışma alanından oluşur. Araç çubuğu, belirli işlevleri gerçekleştirmek için bilgisayarda görüntülenen bir dizi düğmedir. Her düğmenin üzerinde, işlevini daha iyi tanımlamak için simgeler bulunur. Bir düğmeye tıklanmasıyla ilgili uygulama çalıştırılır.

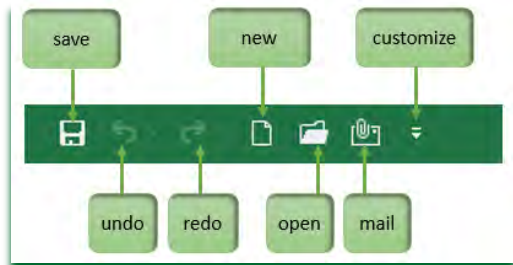
Pencerenin bileşenleri şunlardır:

1. **Başlık Çubuğu** (Title Bar)
2. **Hızlı Erişim Araç Çubuğu** (Quick Access Toolbar)
3. **Menü Çubuğu** (Menu bar)
4. **Standart Araç Çubuğu** (Standard toolbar)
5. **Biçimlendirme Araç Çubuğu** (Formating toolbar)
6. **Formül Çubuğu** (Formula bar)
7. **Doküman Penceresi/Çalışma Alanı** (Document window)
8. **Sütun Başlıkları** (Column Headers)
9. **Satır Göstergeleri** (Row Indicators)
10. **Ad Kutusu** (Name Box)
11. **Hücre** (Cell)
12. **Kaydırma Çubukları** (Scroll bars)
13. **Çalışma Sayfası Sekmeleri** (Sheet tabs)
14. **Durum Çubuğu** (Status bar)

Başlık Çubuğu (Title Bar) - Açık olan belge ve programın adı (**örneğin Book1 - Excel**) bu çubukta gösterilir. **Excel** penceresinin en üst kısmında yer alır. Yeni açılan belgeler varsayılan olarak "**Book1**" dosya adıyla görünür.

Hızlı Erişim Araç Çubuğu (Quick Access Toolbar):

Başlık çubuğunun (**Title Bar**) sol tarafında bulunur. Sık kullanılan komutları içerir, örneğin: Kaydet (**Save**), Geri Al (**Undo**), Yinele (**Redo**), Yeni Belge Aç (**New**), Klasör Aç (Open), E-posta

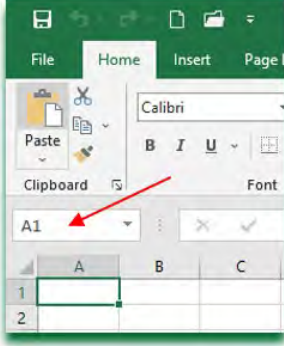


Şekil 1.4

1. Microsoft Excel

(Email) gibi. Ayrıca açılır menü (şekil 1.4) kullanılarak kişiselleştirilebilir.

Formül Çubuğu (Formula Bar): Veri, formül ve fonksiyonların girilip düzenlendiği çubuktur.



Ad Kutusu (Name Box): Seçili hücrenin konumunu veya adını gösterir. Şekil 1.5'te, ilk sütun (A sütunu) ile ilk satırın (1. satır) kesişiminde bulunan hücre seçilmiştir. Bu nedenle seçili hücrenin adresi olan "A1" Ad Kutusu'nda görüntülenir.

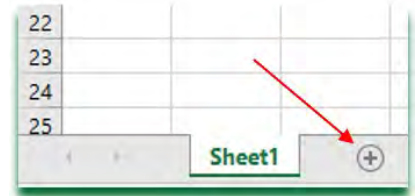
Şek. 1.5

Durum Çubuğu (Status Bar): Excel'in en alt kısmında yer alan alandır. Geçerli belgeye ait çeşitli bilgiler



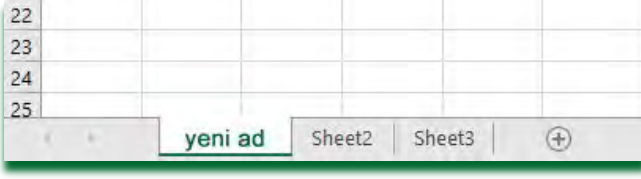
burada görüntülenebilir ve bazı özel düğmelerin etkin olup olmadığı buradan anlaşılabilir. Durum çubuğu üzerinden çalışma sayfasının farklı görünümü seçilebilir ve sayfa yakınlaştırma/uzaklaştırma işlemleri yapılabilir.

Excel'de oluşturulan belgeye çalışma kitabı (**Workbook**) denir. Her çalışma kitabı bir veya daha fazla çalışma sayfası (**Sheet**) içerir. Bu sayfalar sol alt köşeden erişilir. Program başlatıldığında, varsayılan olarak **Sheet1** adlı tek bir sayfa bulunur. Yeni bir çalışma sayfası eklemek için, sayfanın sağında bulunan küçük artı (+) simgesine tıklanır (şekil 1.6). Her tıklamada yeni bir sayfa eklenir.



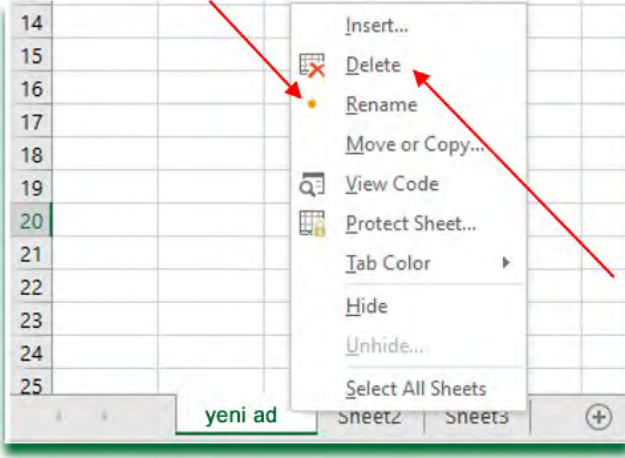
Şek. 1.6

Çalışma sayfalarının varsayılan adları sırasıyla **Sheet1**, **Sheet2**, **Sheet3** şeklindedir. Bir çalışma sayfasının adı, üzerine çift tıklanarak değiştirilebilir. Örneğin, **Sheet1** adına çift sol tıklayıp yeni ismi yazarız ve ardından **Enter** tuşuna basarak değişikliği onaylarız (şekil 1.7).



Şek. 1.7

Ayrıca, çalışma sayfasının adı fareyle üzerine sağ tıklanarak da değiştirilebilir. Açılan komut menüsünden “**Yeniden Adlandır (Rename)**” seçeneği seçilir ve ardından yeni isim yazılarak Enter’a basılır.



Bir çalışma sayfasını silmek istiyorsak, sayfa adının üzerine sağ tıklayıp açılan komut listesinden “**Sil (Delete)**” seçeneğini seçmemiz yeterlidir (şekil 1.8).

Şek. 1.8



Anahtar kelimeler: Workbook, Sheet, Toolbar, Hücreler



1. Excel uygulaması nasıl başlatılır?
2. Excel’de çalışma penceresinin bileşenleri nelerdir?
3. Hücre, çalışma sayfası ve çalışma kitabı kavramlarını tanımlayın.



Alıştırma:

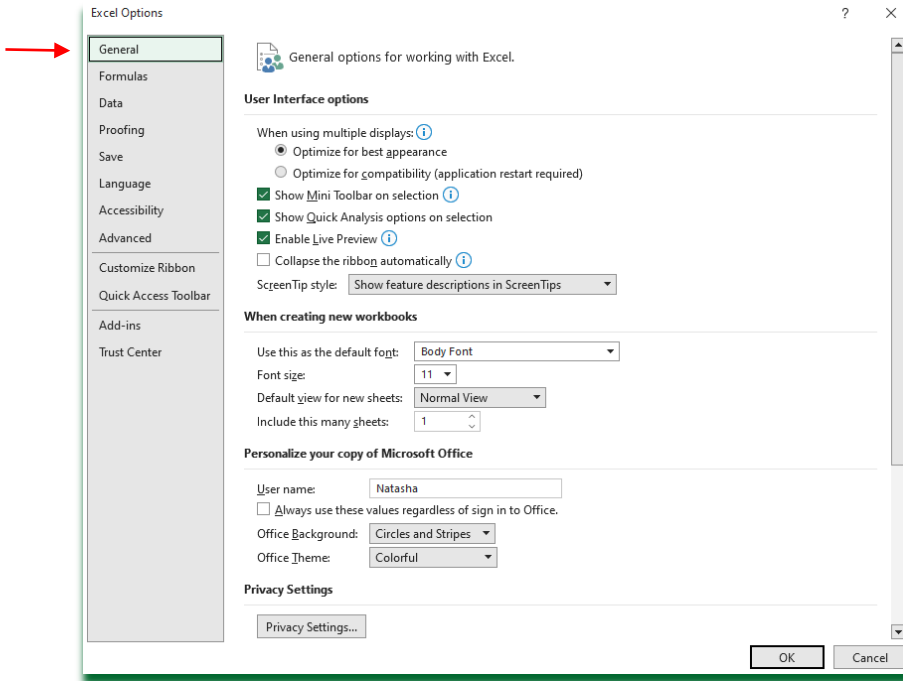
Beş yeni çalışma sayfası açın, her birini sırasıyla 1’den 5’e kadar numaralandırarak yeniden adlandırın. Ardından, üçüncü ve beşinci çalışma sayfalarını silin.

1.2 Excel Programının Temel Ayarlarının Değiştirilmesi

Belirli ayarların değiştirilmesiyle, **Excel**'deki çalışma kitapları otomatik olarak yapılandırılabilir. Bu ayarların değiştirilmesi sayesinde, her yeni çalışma kitabı önceden belirlenmiş bir yapılandırmayla açılır. **Excel 2016**'daki ayar değişiklikleri, **Excel**'in önceki sürümleriyle de uyumludur.

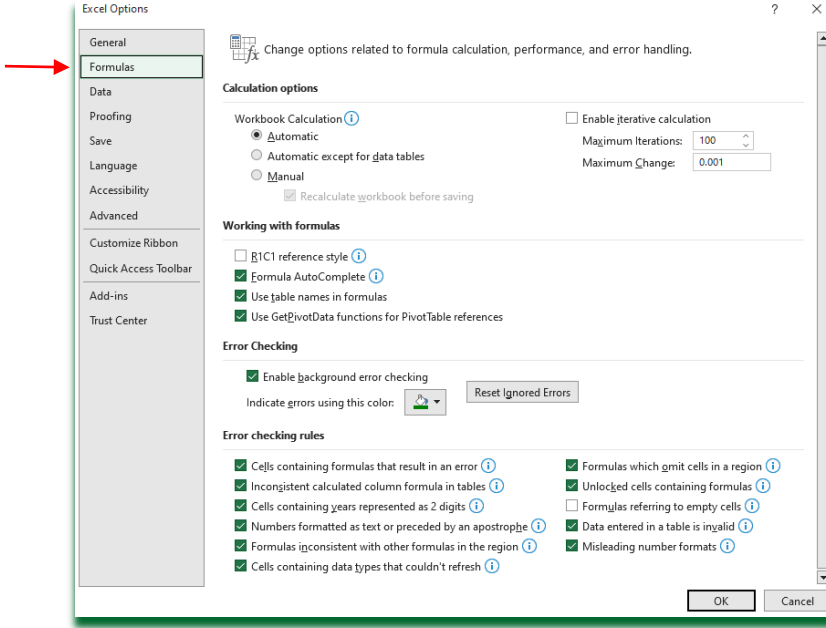
Excel programındaki temel ayarlar, **Dosya** → **Seçenekler** menüsüne tıklanarak erişilebilen seçenekler aracılığıyla belirlenir

General: Kullanıcı adının değiştirilmesi veya özelleştirilmesi, varsayılan yazı tipi türleri ve boyutları, yeni çalışma kitabındaki çalışma sayfası sayısı ve diğer seçenekleri içerir.



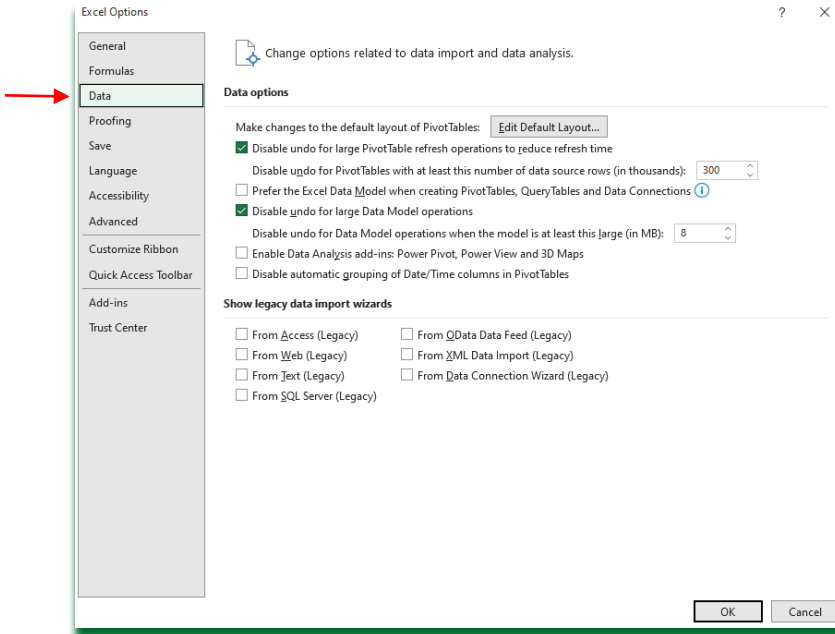
şek. 1.9

Formulas: Formüllerle ilgili hesaplama ve hata denetimi seçeneklerini içerir. Örneğin, formüllerin otomatik veya manuel olarak yazılabilme imkanı gibi seçenekler bulunur.



Şek. 1.10

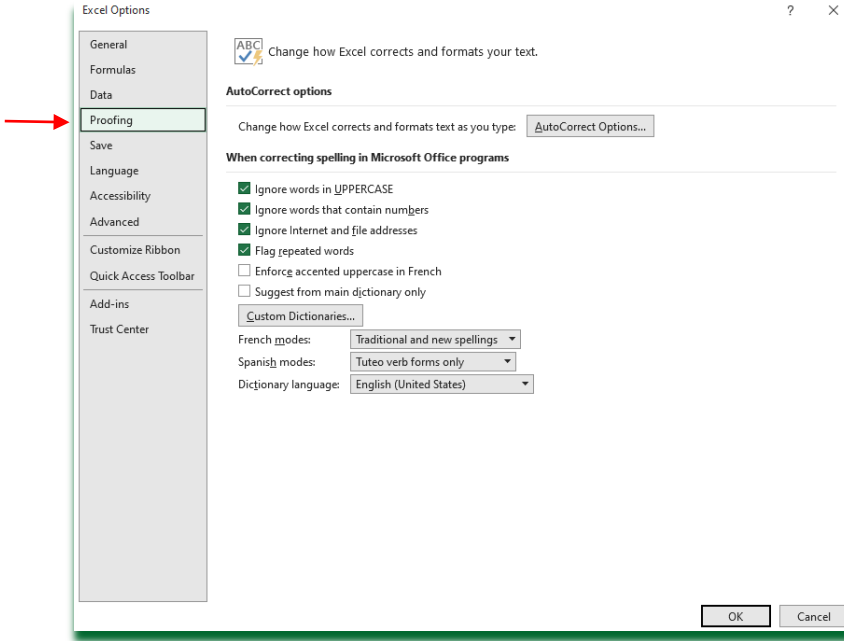
Data: Belirli seçeneklerin değiştirilmesiyle, pivot tabloların varsayılan düzeni değiştirilir.



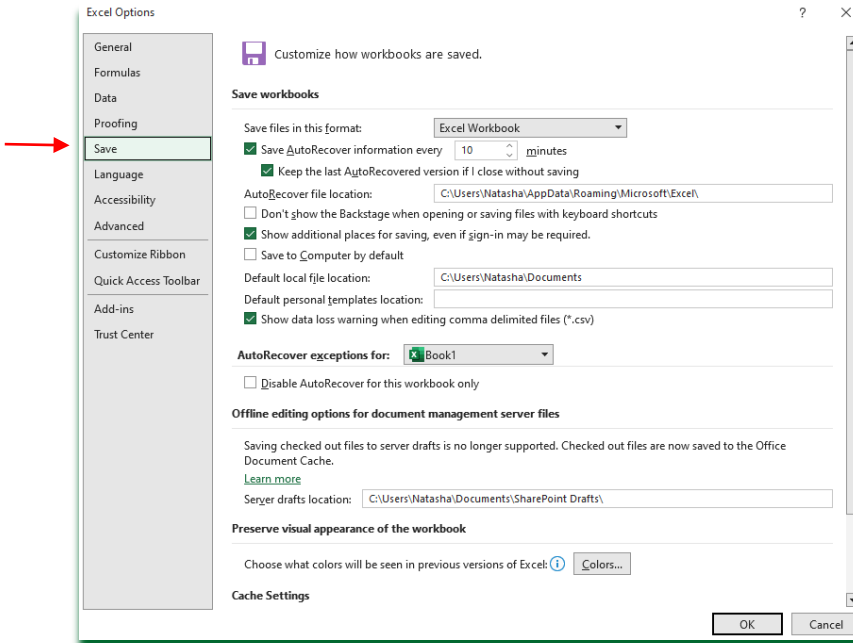
Şek. 1.11

1. Microsoft Excel

Proofing: Yazım denetimi, kurallar, otomatik düzeltme ve metin biçimlendirme seçeneklerinin ayarlarını belirler (Bkz. Şekil 1.12).



Şek. 1.12



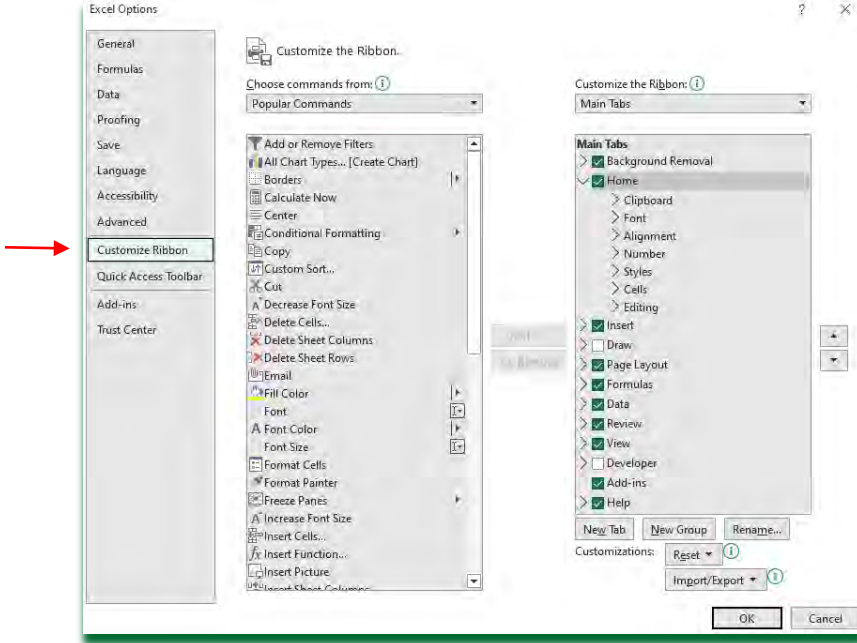
Şek. 1.13

Save: Dosya kaydetme kurallarını belirler: dosyanın hangi formatta kaydedileceği, dosyanın varsayılan kayıt yeri, otomatik kaydetme süresi ve yeri (çalışma kitaplarının otomatik kurtarılması - **Save AutoRecover**), bkz. Şekil 1.13.

Language: Excel programında kullanılan dili belirleyen seçenekleri içerir; bunlar arasında arayüz dili, ekran açıklamaları, yardım dili ve yazım denetimi dili bulunur.

Accessibility: Herkese erişilebilirlik sağlamak için, görme engelli kişilerin resimde ne olduğunu dinleyebilmesi amacıyla resimlere alternatif metinler eklenir. Dahil etmeyi artırmak için şablonlar, yazı tipleri ve renkler kullanılarak erişilebilir tablolar oluşturulabilir.

Advanced: Veri girişi koşulları, **Enter** tuşuna basıldığında aktif hücrenin imleç hareket yönü, sayıların görüntülenmesi, metin yönü, yazdırma seçenekleri ve arayüzün bazı bölümlerinin gösterilmesi gibi seçenekleri içerir. Bazı seçenekler tüm çalışma kitabını, bazıları ise aktif çalışma sayfasını veya seçili çalışma sayfalarını etkiler.



Şek. 1.14

Şeridi Özelleştir(Customize Ribon): Sekmeler, gruplar ve komutlar ekleyerek veya kaldırarak şeridin (ribbon) özelleştirilmesini sağlar.

Hızlı Erişim Araç Çubuğu(Quick Access Bar): Hızlı erişim araç çubuğu, komutlar ekleyip kaldırarak araç çubuğunun özelleştirilmesine olanak tanır.

Eklentiler(Add-ins): Eklentiler, veri analizi araçları gibi Excel için ek araçların görüntülenmesini ve yönetilmesini sağlar.

Güven Merkezi(Trust Center): Güven Merkezi, koruma ve güvenlik ayarlarını belirler.



1. Genel sekmesinde hangi ayarlar değiştirilebilir?
2. Kaydedilen belgelerin varsayılan konumu hangi sekmeden değiştirilebilir?



Alıştırmalar:

Temel ayarlarda değiştirilecekler:

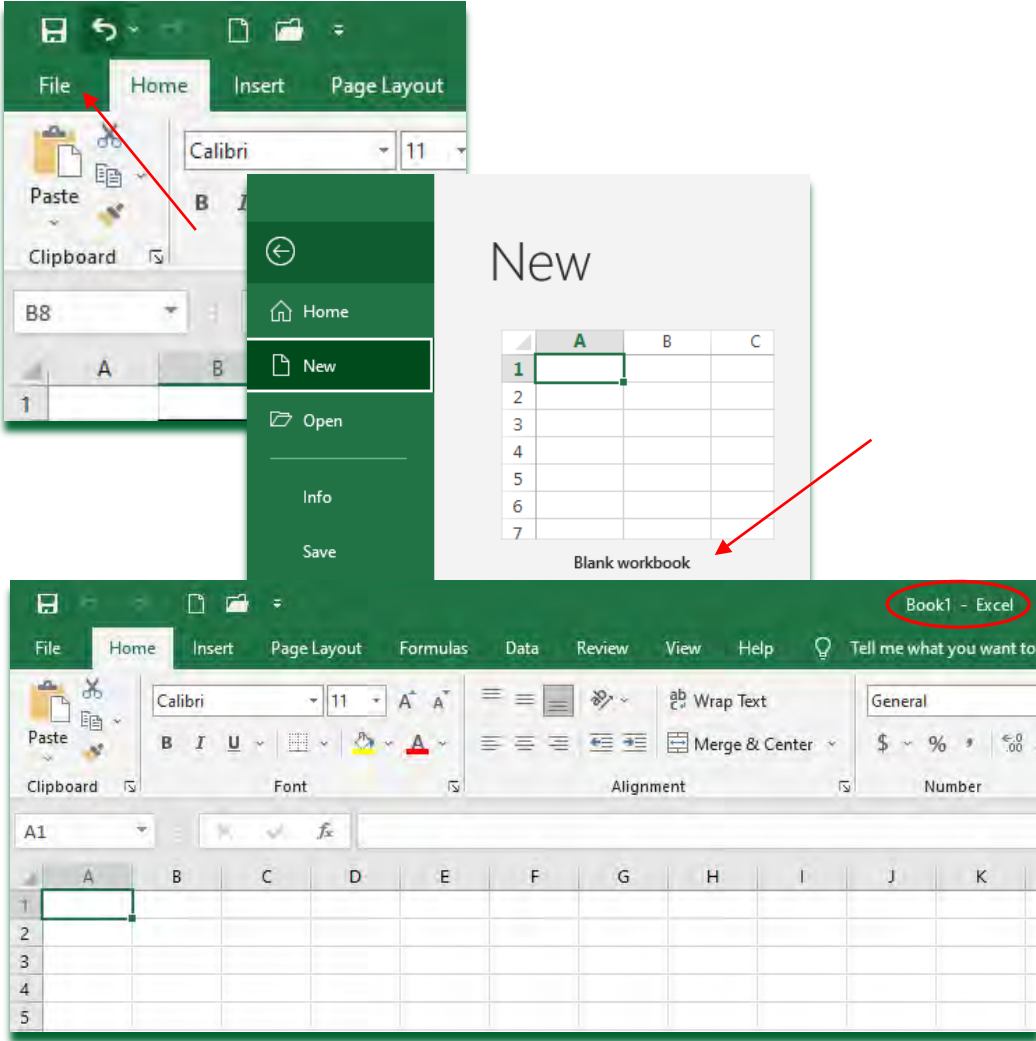
- ❖ Yazı tipi boyutunu 11'den 15'e değiştirmek;
- ❖ Yeni çalışma kitabındaki çalışma sayfası sayısını ayarlamak;
- ❖ Kullanıcı adını kendi adınızla değiştirmek;
- ❖ Enter tuşuna basıldığında seçili hücrenin imlecinin sola doğru hareket etmesini sağlamak.



- ✓ **Başlık Çubuğu (Title Bar):** Açık olan belge ve programın adının gösterildiği başlık çubuğudur.
- ✓ **Hızlı Erişim Araç Çubuğu (Quick Access Toolbar):** Hızlı erişim için araç çubuğudur.
- ❖ **Excel'de oluşturulan belgeye çalışma kitabı (Workbook) denir. Her çalışma kitabı bir veya daha fazla çalışma sayfası (Sheets) içerir.**

1.3 Yeni Belge Oluşturma, Var Olanı Açma ve Kaydetme

Yeni bir belge, Dosya menüsündeki **Yeni (New)** alt menüsünden ya da klavyeden **Ctrl+N** tuş kombinasyonu ile açılır.



Şek. 1.15

Şekil 1.15'teki gibi bir pencere açılır ve burada **Blank Workbook** sekmesine tıklanarak yeni bir belge açılır. Yeni belgenin adı programa tarafından otomatik olarak **Book1**, **Book2** vb. olarak belirlenir.

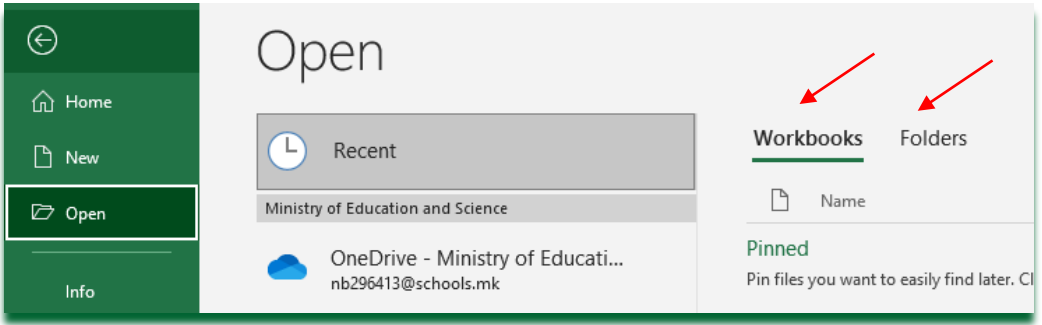
1. Microsoft Excel

X

Açılan belge, diske **Kaydet (Save)** veya **Farklı Kaydet (Save As)** komutları ile kaydedilir.

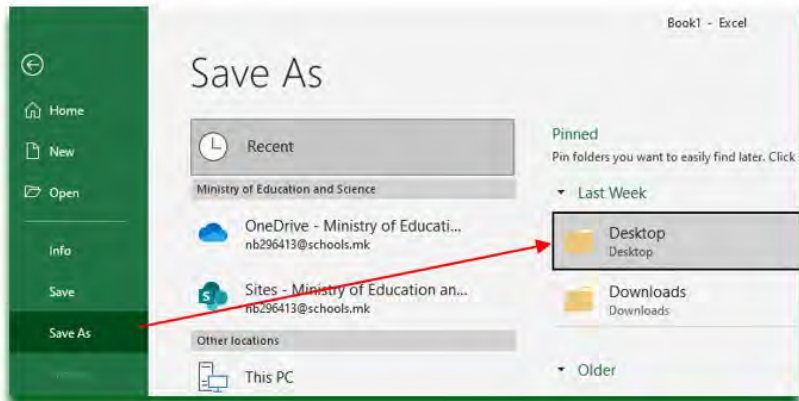
Kaydedilen **Excel** dosyasının uzantısı **.xlsx** veya **.xls** olur.

Daha önce oluşturulmuş ve diske kaydedilmiş herhangi bir belge, **Dosya** menüsündeki **Aç (Open)** alt menüsünden (Şekil 1.16) açılabilir. Bu işlemle kayıtlı belgeler (**Workbooks**) veya belgenin bulunduğu konum (**Folders**) seçilebilir. Ayrıca, mevcut bir belge klavyeden Ctrl+O tuş kombinasyonu ile de açılabilir.

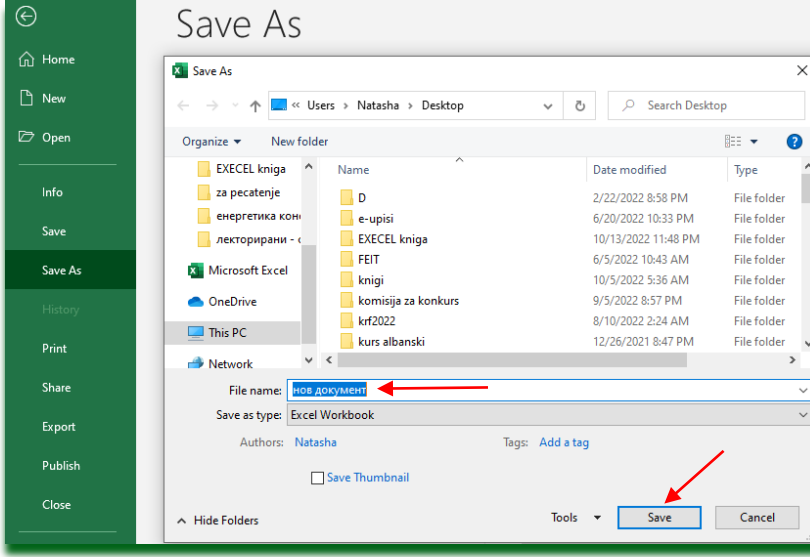


Şek. 1.16

Yeni belgenin adını değiştirmek için, **Dosya** alt menüsünden **Farklı Kaydet (Save As)** seçeneği seçilir. Böylece, yeni belgenin kaydedileceği klasörün seçildiği yeni bir pencere açılır (Şekil 1.17). Klasör seçildikten sonra, yeni belgenin adının yazılacağı başka bir pencere açılır (Şekil 1.18)



Şek. 1.17



Şek.1.18

Eğer üzerinde çalışılan belge daha önce kaydedilmişse ve sadece belge üzerinde değişiklik yapıyorsa (biçim veya konum değişikliği olmadan), bu durumda **Kaydet (Save)** seçeneği kullanılır.



1. Excel'de yeni bir belge ile mevcut (var olan) bir belge nasıl açılır?
2. Hangi durumlarda Save, hangi durumlarda Save As kullanılır?



Alıştırımlar:

1. Yeni bir çalışma belgesi açın, belgeyi Documents klasörüne Belge1 adıyla kaydedin, ardından belgeyi kapatın ve öğrendiğiniz adımları kullanarak aynı çalışma belgesini tekrar açın.



Hatırla!

✓ **Yeni bir belgeyi kaydetmek ve mevcut bir belgede yapılan değişiklikleri kaydetmek için her zaman Kaydet (Save) veya Farklı Kaydet (Save As) seçeneği kullanılır.**

1.4 Formül Yazma

Excel'in temel amacı tablo tabanlı hesaplamalardır. Excel'de formül ve fonksiyonlarla çalışmak, veriler üzerinde tablo hesaplamaları yapmayı ve tablodaki herhangi bir verinin değişmesi durumunda sonucun otomatik olarak güncellenmesini sağlar. Excel'in tanıdığı matematiksel işlemler şunlardır: **toplama (+)**, **çıkarma (-)**, **çarpma (*)**, **bölme (/)** ve **üslü sayı (^)**. İşlemlerin uygulanma sırası tanımlı önceliklere göre belirlenir: önce üslü sayılar, ardından çarpma ve bölme işlemleri, en son ise toplama ve çıkarma işlemleri gerçekleştirilir. Bu öncelikler parantez kullanılarak değiştirilebilir. Excel'de bir formül; değerler (sayı, metin, mantıksal değerler), hücre adresleri veya adları, işlem operatörleri ya da fonksiyonlar içerebilir. Veriler gibi formüller de silinebilir, düzenlenebilir, taşınabilir ve kopyalanabilir.

Girilen veriler, türlerine bağlı olarak farklı şekillerde işlenebilir. Örneğin, girilen sayılara çeşitli matematiksel işlemler uygulanabilir. Bu, formüllerin **Formül Çubuğu (Formula Bar)** aracılığıyla girilmesiyle mümkündür. Formül girişi, eşittir işareti "=" yazılarak başlatılır. Örneğin, **C5** ve **D3** hücrelerindeki sayıların toplanması gerekiyorsa, formül çubuğuna "**=C5+D3**" yazılır ve sonuç, seçili hücrede görüntülenir. Bu işlem Şekil 1.19'da gösterilmiştir.

	A	B	C	D	E
1	=C5+D3		1	2	
2			2	4	
3			3	6	
4			4	8	
5			5	10	
6			6	12	
7			7	14	
8					

Şek. 1.19

	A	B	C	D	E
1	11		1	2	
2			2	4	
3			3	6	
4			4	8	
5			5	10	
6			6	12	
7			7	14	
8					

Şek. 1.20

Bu formül farklı bir şekilde de girilebilir: **A1** hücresine "=" işareti yazılır, ardından **C5** hücresine tıklanır, sonra "+" işleç işareti yazılır ve **D3** hücresine tıklanır. Bu yöntemle işlem yapılacak hücre adresleri elle yazılmadan seçilmiş olur.

Dikkat edilmesi gereken nokta, formülün hem sonucu gösterecek hücrede (örneğin A1), hem de formül çubuğunda eşzamanlı olarak görüntülenmesidir. **Enter** tuşuna basıldığında, **A1** hücresinde formülde seçilen iki hücredeki sayıların toplamı hesaplanarak sonuç görüntülenir (Şekil 1.20).

Aşağıda Excel'de formül çubuğuna yazılabilecek formül örnekleri verilmiştir:

$$1. f = \frac{x + y}{z} = (x + y)/z$$

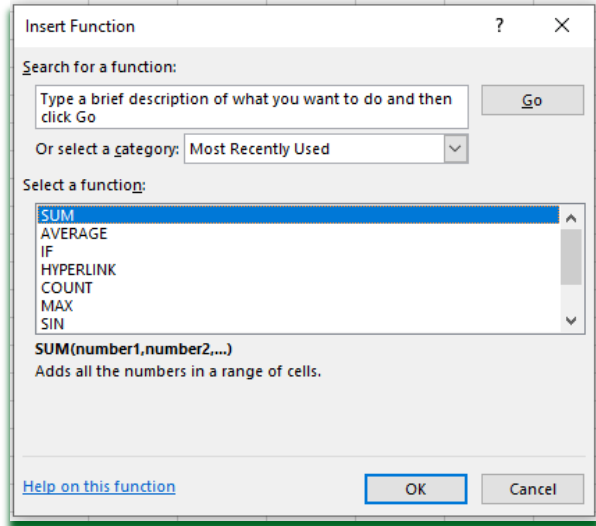
$$2. f = \frac{(x + y)^2}{x \cdot y} = (x + y)^2/x * y$$

$$3. f = 5\sqrt{x + y} = 5 * (x + y)^{0,5}$$

Excel, girilen verileri işlemek için kullanılacak bir formül/ fonksiyon veritabanı içerir. Formül girişi yapmanın bir yolu, bir hücreye eşittir işareti ("=") yazdıktan sonra, formül çubuğunun hemen yanında bulunan



"fx" simgesine tıklamaktır. Bu işlem, son zamanlarda kullanılan formülleri gösteren bir pencere açar; aynı zamanda **Excel'de** yerleşik olarak bulunan tüm formül ve fonksiyonlara erişim imkânı da sunar.



Şek. 1.21



Anahatar kelimeler: **Formula bar, formüller, fonksiyonlar**



1. Her formülün girişi ne ile başlar?
2. Formüller Excel'de nereye yazılır?
3. Excel'de girilen formüle göre yapılan hesaplamaların sonucu nerede görüntülenir?



Alıştırılmalar:

1.1, 2 ve 3 numaralı formüller, verilen Excel tablosundaki uygun yerlere **D2**, **D3** ve **D4** hücrelerine girilsin.

	A	B	C	D
1	x	y	z	f
2	1	2	1	
3	2	4	3	
4	3	6	5	

$$1. f = \frac{2x - y}{z} \quad 2. f = \frac{(x - y)^2}{x + y} \quad 3. f = \sqrt{5x + 2y}$$

2. Şu görevler gerçekleştirilsin:

- ⊗ **Excel**'de yeni bir çalışma kitabı açılınsın.
- ⊗ **A** sütununa 1'den 6'ya kadar olan doğal sayılar girilsin.
- ⊗ 12 sayısının bölenleri, en küçükten başlayarak, **B** sütununa girilsin.
- ⊗ C sütununun, aynı sayıları içeren satırlarıyla kesişen hücrelerine şu formül girilsin:
 - = $AX + BX * 2$
- ⊗ Aynı sayıları içeren satırlarla **D** sütununun kesişimindeki hücrelere şu formül girilsin:
 - = $(AX + BX) * 2$
- ⊗ **C** ve **D** sütunlarında elde edilen sonuçları açıkla.



✓ **Formül yazımı her zaman eşittir işaretiyle, yani "=" ile başlar.**

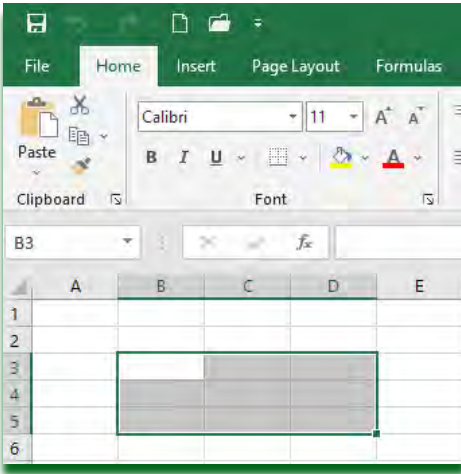
1.5 Adresleme

Hücre Adresleme:

Hücre adresleri, programda formül ve fonksiyonlarda kullanılan değerlerin nereden alındığını gösterir. Adresler, formül içine yazarak veya farenin sol tuşuyla hücre ya da hücre aralıklarını seçerek girilebilir.

Her hücrenin adresi, hücrenin bulunduğu sütunun harfi ve satırın numarasından oluşur.

Aralık Adresleme:



Şek. 1.22

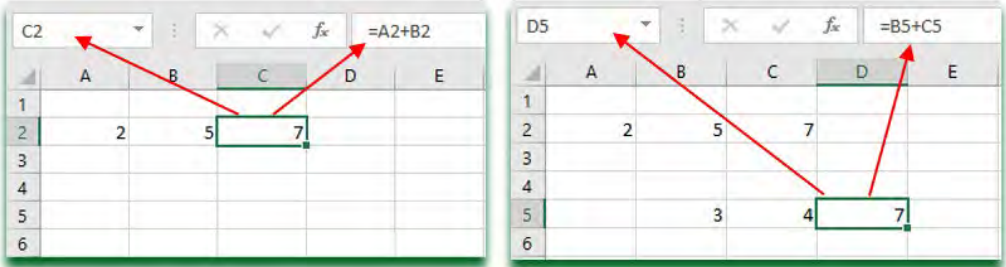
Aralık adresleme, birden fazla sütun ve satıra yayılan kesintisiz dikdörtgen hücre aralığını ifade eder. Bu tür adreslemede, iki nokta üst üste (:) işareti kullanılarak sol üst hücre ile sağ alt hücrenin adresleri birleştirilir. Örneğin, **B3:D5** adresi şu 9 hücreyi kapsayan bir aralığı belirtir: **B3, B4, B5, C3, C4, C5, D3, D4** ve **D5**.

Formüllerde ve fonksiyonlarda veri alınan iki tür hücre adresleme kullanılır:

- **Görelî adresleme** – aktif hücreye göre adresleme;
- **Mutlak adresleme** – aktif hücreden bağımsız adresleme
- **Karma (kombine) adresleme.**

Görel Adresleme

Tablolu hesaplama programları genellikle görel adreslemeyi kullanır — bir hücrenin adresi sütun harfi ve satır numarasından oluşur, örneğin **E3**. Görel adres içeren bir formül kopyalandığında, program formülün tam bir kopyasını yapmaz. Hücre adresleri değişir ve formül yeni sütun ve/veya satıra uyacak şekilde güncellenir. Örneğin, **C2** hücrelerine yazılmış olan **=A2+B2** formülü **D5** hücrelerine kopyalandığında, formül **=B5+C5** olur (Şekil 1.23).



Şek. 1.23

Bu şekilde, formülün bulunduğu hücrenin solundaki iki hücredeki değerler her zaman toplanır.

Aynı durum, bir sütundaki toplam hesaplaması için de geçerlidir. **A4** hücrendeki formül **B4** hücrelerine kopyalanır (Şekil 1.24).

	A	B	C	D	E
1	5	10			
2	10	20			
3	15	30			
4	=A1+A2+A3				
5					

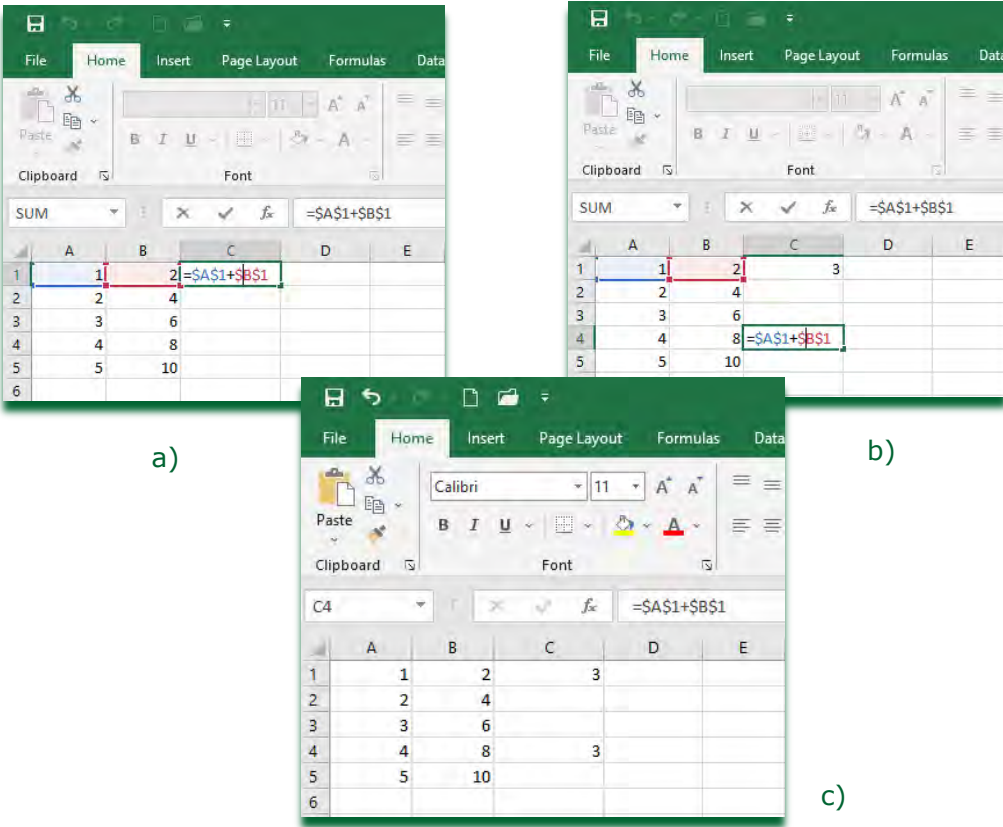
	A	B	C	D	E
1	5	10			
2	10	20			
3	15	30			
4	30	=B1+B2+B3			
5					

Şek. 1.24

Bu tür adresleme sayesinde, formüller otomatik olarak taşınarak kopyalanabilir. Program, formülün kopyalandığı hücreye göre formülü otomatik olarak uyarlayacaktır.

Mutlak Adresleme

Bazen formül kopyalanırken adreslerin değiştirilmesi ve uyarlanması gerekmez. Bu durumda, kopyalandığında değişmeyen mutlak hücre adresleri kullanılır. Formüldeki adresler, hücre adresini oluşturan sütun harfinin ve satır numarasının önüne dolar işareti (\$) konarak mutlak hale getirilir (örneğin, **\$A\$1**). Törneğin, Şekil 1.25 a)'daki **=A1+B1** formülü, **=\$A\$1+\$B\$1** olarak değiştirilmelidir. Eğer satır numarasının ve sütun harfinin önünde \$, işareti varsa, adres mutlak olur ve o hücrenin değeri değişmez.



Şek. 1.25

C1 hücreesindeki formül **C4** hücreesine kopyalandığında (Şekil 1.25 b), **C4** hücre, **C1** hücreleriyle aynı değeri alır (Şekil 1.25 c).

Karma(Kombine) Adresleme

Karma (kombine) adresleme, hücre adresinde yalnızca satırın ya da yalnızca sütunun mutlak olduğu durumlarda kullanılır. Mutlak olan kısmı dolar işareti (\$) ile belirtilir (örneğin, **A\$1** veya **\$A1**). Bu işaret, klavyeden F4 tuşuna iki kere basıldığında satır için mutlak adres, üç kere basıldığında ise sütun için mutlak adres olarak otomatik atanır. Bu adresleme yöntemi, formülün iki yönde kopyalanmasına olanak sağlar.



Anahtar kelimeler: mutlak adresleme, görelî adresleme, karma adresleme



1. =A3*\$B\$4 + C5*D2 ifadesinde mutlak adreslenen hücre hangisidir?

2. C3 hücresindeki formül **D4** hücresine kopyalandığında takdirde, **D4** hücresindeki sonuç hangi formülle hesaplanacak?

	A	B	C	D
1	1	2	3	4
2	2	3	4	1
3	3	4	=A3*B3	2
4	4	3	2	?

3. Tablolu hesaplama programında, **A1** hücresine 12 sayısı girilmiştir. "**=A1/3+3^3**" formülünün hesaplanması sonucu doğru değer nedir?

4. A1 hücresinden başlayıp **D** sütununda biten ve 5 hücre aşağı doğru uzanan hücre aralığının adresini yazınız.

5. A1 hücresinden başlayıp 3. satırda biten ve 7 hücre sağa doğru uzanan hücre aralığının adresini yazınız.



Alıştırmalar:

1. Seçili olan hücre aralığını yazınız.
Hangi hücreler kapsanıyor?

	A	B	C	D
1				
2				
3				
4				
5				
6				
7				

2. **=A1+B1** formülünün **=\$A\$1+\$B\$1** olarak değiştirilmesi durumunda elde edilen sonuçlar arasındaki farkı açıklayınız.
3. 1. Banknotların euro ve denar olarak hesaplanan değerlerini adresleyiniz. Hangi adresleme türü uygulanmıştır? Tabloyu doldurunuz!

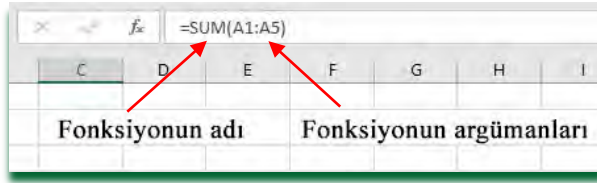
	A	B	C	D	E	F
1						
2		Euro			Denar	
3		Banknot	Adet	Değer	Kur	Değer
4		10	25		62	
5		20	31			
6		50	20			
7		100	3			
8						
9						



- ✓ **Tek bir hücrenin adresi, hücrenin bulunduğu sütunun harfi ve satır numarasından oluşur.**
- ✓ **İki nokta üst üste (:) işareti ile bir hücre aralığı belirtilir.**
- ✓ **Satır ve sütun isimlerinin önünde dolar işareti (\$) varsa, adres mutlak olur ve o hücrenin değeri değişmez.**

1.6 Fonksiyon ekleme

Tablolu hesaplama uygulamalarında formüller, kullanıcı tarafından tanımlanabilir veya fonksiyon şeklinde yerleşik olabilir. **Excel** tablolu hesaplama programı birçok fonksiyona sahiptir. Tüm fonksiyonlar "=" işareti ile başlar ve fonksiyon adından sonra parantez içinde fonksiyonun argümanları (adresleri) gelir; bunlar virgül veya iki nokta ile ayrılır (Şekil 1.26).



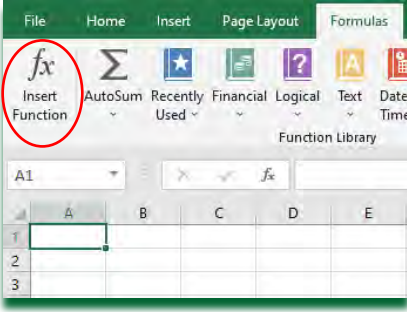
Şek. 1.26

Buna göre:

- **=SUM(A1,A5)** fonksiyonu, **A1** ve **A5** hücrelerindeki verilerin toplamını hesaplar.
- **=SUM(A1:A5)** fonksiyonu, **A1**'den **A5**'e kadar olan tüm hücrelerdeki verilerin toplamını hesaplar.

Fonksiyon girerken yapılması gerekenler:

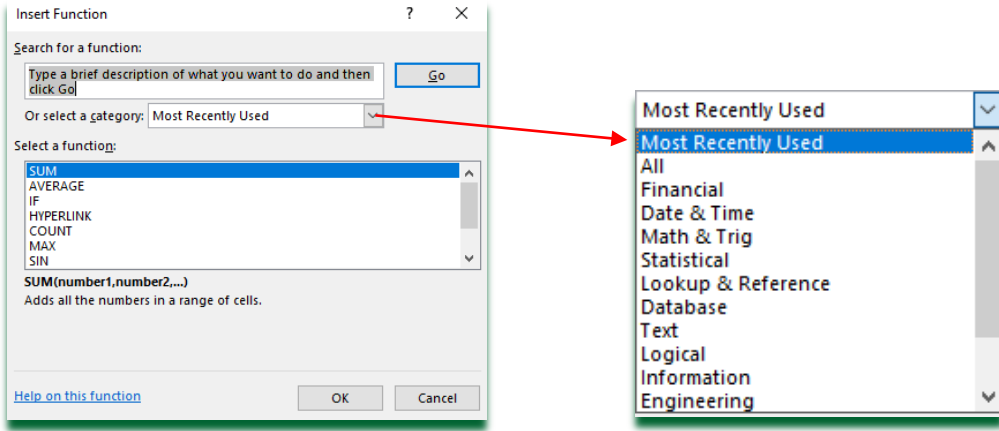
- Sonucun gösterileceği hücreye imleci yerleştirmek;
- **"=" işaretini yazmak ve fonksiyonun tam adını ve parantez içindeki argümanları doğru şekilde girmek,** (yazı tipi ve büyük-küçük harf farketmez, **ancak fonksiyon adı ve argümanlar Latin harfleriyle yazılmalıdır**);
- Sonucu göstermek için **Enter** tuşuna basmak; fonksiyon ise formül çubuğunda görünür.



Fonksiyon ekleme, **Formulas**, menüsünden **fx (Insert Function)** butonuna tıklanarak yapılır.

Şek. 1.27

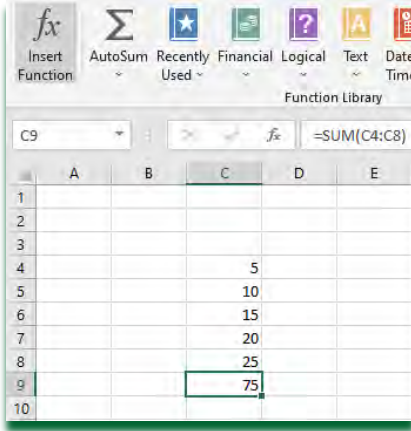
Açılan pencere, kategori (alan) seçme ve fonksiyon seçme imkanı sunar.



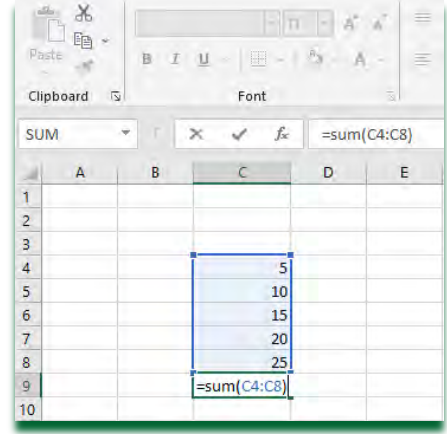
Şek. 1.28

Fonksiyonlar, finansal (**Financial**), tarih ve saat (**Date & Time**), matematiksel (**Math & Trig**), istatistiksel (**Statistical**) ve diğerleri gibi kategorilere (alanlara) göre düzenlenmiştir.

En çok kullanılan fonksiyonlardan biri toplama (**SUM**) fonksiyonudur; bu fonksiyon farklı hücrelerdeki değerleri toplayabilir. Fonksiyon, hücreye referans verir, hücredeki değere değil. Bu, hücrelerden birindeki değer değişirse toplamın otomatik olarak güncelleneceği anlamına gelir. Toplama işlemi birkaç şekilde yapılabilir. Bunlardan biri, toplamak istediğiniz hücreleri seçtikten sonra araç çubuğundaki Otomatik Toplam (**Auto Sum, Σ**) butonuna tıklamaktır (Şekil 1.29 a). Diğer bir yöntem ise, **C4** ile **C8** arasındaki hücrelerdeki değerleri toplamak için **=SUM(C4:C8)** formülünü yazmaktır (Şekil 1.29 b).



a)



b)

Şek.1.29

Fonksiyon Ekleme Adımları:

I. Yöntem

1. Fonksiyonun girileceği hücre seçilir.

2. Standart araç çubuğundaki **AutoSum** (Otomatik Toplam) simgesine tıklanır ve aşağı ok yardımıyla istenen fonksiyon seçilir (burada en sık kullanılan fonksiyonlar bulunur). "=" işareti, fonksiyon adı ve parantezler () yazılır; parantezlerin içine seçilen hücre aralığı (solda veya seçilen hücrenin üstünde) girilir. Hücre aralığının etrafında titreşimli bir çerçeve belirir.

3. Hücre aralığı, formül çubuğundan da seçilebilir ve fonksiyonla ilgili veriler buraya girilebilir.

4. Formülü onaylamak için **Enter** tuşuna, işlemi iptal etmek için **Esc** tuşuna basılır.

II. Yöntem

1. Fonksiyon sonucunun gösterileceği hücre seçilir.

2. **fx** aracıyla açılan pencereden fonksiyon seçilir.

3. **All** (Tümü) kategorisinden uygun fonksiyon seçilir.



1. Fonksiyonun argümanlarında hücre aralığı nasıl belirlenir?
2. **E4, B3** ve **C1** hücrelerindeki değerleri toplayan fonksiyon nasıl görünür?

3. **Formüller** menüsündeki *fx* düğmesi ne işe yarar?



Alıştırmalar:

1. Verilen argümanlarla formül ve fonksiyon kullanılarak toplam hesaplanacaktır.

SUM - argümanların toplamını hesaplayan fonksiyon

Argümanlar: **A1=1, A2=3, A3=4**

Sonuçlar A4 ve A5 hücrelerinde gösterilecektir.

Formül ile: **A4 =A1+A2+A3**

Fonksiyon ile: **A5 =SUM(A1:A3)**

2. Verilen argümanlarla formül ve fonksiyon kullanılarak ortalama değer hesaplanacaktır.

AVERAGE – argümanların ortalamasını (aritmetik ortalama) hesaplayan fonksiyon

Argümanlar: **B1=1, B2=3, B3= 4**

Sonuçlar **B4** ve **B5** hücrelerinde gösterilecektir.

Formül ile: **B4 =(B1+B2+B3)/3**

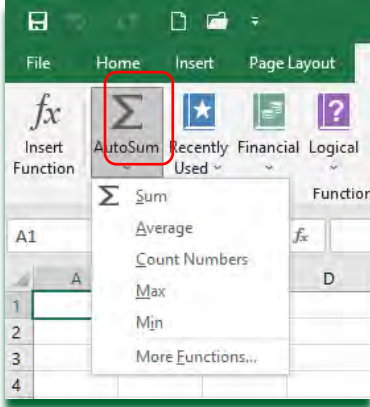
Fonksiyon ile: **B5 =AVERAGE(B1:B3)**



✓ **Tüm fonksiyonlar "=" işaretiyle başlar ve fonksiyon adından oluşur; ardından parantez içinde, fonksiyonun argümanları virgül veya iki nokta ile ayrılarak yazılır.**

1.7 Excel'deki Temel Fonksiyonlar

En sık kullanılan fonksiyonlar, Excel'de **Giriş (Home)** sekmesinde yer alan **AutoSum (Otomatik Toplam)** aracının altındaki listede bulunur.



Araç çubuğundaki **AutoSum (Σ)** düğmesinin yanındaki açılır ok simgesine tıklandığında şu fonksiyonlar görüntülenir: **Sum, Average, Count, Max, Min** — yani sırasıyla toplam alma, ortalama hesaplama, hücre sayma, en büyük ve en küçük değeri bulma fonksiyonları. Ayrıca, listedeki son seçenek olan **More Functions (Diğer Fonksiyonlar)** seçilerek tüm Excel fonksiyonlarına ulaşılabilir.

Fonksiyon yazımında kullanılan sözdizimi (sintaksis):

- ❖ **Toplam** alma fonksiyonu: **=SUM(argümanlar)**
- ❖ **Ortalama** alma fonksiyonu: **=AVERAGE(argümanlar)**
- ❖ **En küçük değeri** bulma: **=MIN(argümanlar)**
- ❖ **En büyük değeri** bulma: **=MAX(argümanlar)**
- ❖ **Hücre sayma** fonksiyonu: **=COUNT(argümanlar)**

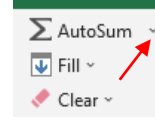
Fonksiyonlar yazmak yerine liste üzerinden de seçilebilir. Bu durumda yapılması gerekenler:

- ❖ Sonucun görüntüleneceği hücre seçilir;
- ❖ Fonksiyon listesinden uygun fonksiyon seçilir;
- ❖ Gerekli argümanlar belirlenir.

Örneğin, Şekil 1.30'da gösterilen tabloda tüm ürünlerin toplam değerini hesaplamak istiyorsak, önce her bir ürünün toplam değerini

ayrı ayrı, ürünün fiyatı ile miktarının çarpımı olarak hesaplamak gerekir.

- Hücre D2'ye $=B2*C2$ formülü girilir (Şekil 1.30);
- Bu formül D3, D4, D5 ve D6 hücrelerine kopyalanır (Şekil 1.31);
- Hesaplama sonucunun gösterilmesini istediğimiz hücreye tıklanır (bu örnekte bu hücre D7 adresindeki hücredir);
- **Giriş (Home)** sekmesindeki **AutoSum** aracının yanındaki oka tıklanır;
- Fonksiyon listesinden **Sum (Toplam)** fonksiyonu seçilir;
- D7 hücresinde fonksiyon görüntülenir (fonksiyon adı Sum, parantez içinde ise fonksiyonun argümanları yer alır – bu durumda D2'den D6'ya kadar olan hücreler, kesik çizgili bir çerçeveye belirtilir) (Şekil 1.32);
- Sonucu görüntülemek için klavyeden **Enter** tuşuna basılır; fonksiyon ise formül çubuğunda gösterilir (Şekil 1.33).



	A	B	C	D
1	Ürün	Miktar	Fiyat	Değer
2	Ampemetre	3	1200	$=B2*C2$
3	Voltmetre	4	1000	
4	Sayaç (Broilo)	5	2000	
5	Osiloskop	1	5000	
6	Akım Penseleri	4	1500	
7				

Şek.1.30

	A	B	C	D
1	Ürün	Miktar	Fiyat	Değer
2	Ampemetre	3	1200	3600
3	Voltmetre	4	1000	4000
4	Sayaç (Broilo)	5	2000	10000
5	Osiloskop	1	5000	5000
6	Akım Penseleri	4	1500	6000
7				
8				

Şek.1.31

	A	B	C	D	E	F
1	Ürün	Miktar	Fiyat	Değer		
2	Ampemetre	3	1200	3600		
3	Voltmetre	4	1000	4000		
4	Sayaç (Broilo)	5	2000	10000		
5	Osiloskop	1	5000	5000		
6	Akım Penseleri	4	1500	6000		
7						
8						
9						

$=SUM(D2:D6)$

SUM(number1, [number2], ...)

Şek.1.32

1. Microsoft Excel

	A	B	C	D	E
1	Ürün	Miktar	Fiyat	Değer	
2	Ampermetre	3	1200	3600	
3	Voltmetre	4	1000	4000	
4	Sayaç (Broilo)	5	2000	10000	
5	Osiloskop	1	5000	5000	
6	Akım Penseleri	4	1500	6000	
7				28600	
8					
9					

Şek.1.33

Ortalama (AVERAGE) fonksiyonu, istatistiksel fonksiyonlar kategorisine girer ve parantez içinde belirtilen hücre aralığının aritmetik ortalamasını hesaplamak için kullanılır.

Örnek: C1 hücresinde, A1'den A5'e kadar olan hücrelerin ortalama değeri hesaplanmak isteniyorsa: **=AVERAGE(A1:A5)** şeklinde yazılır.

	A	B	C	D	E	F
1	4	2	=AVERAGE(A1:A5)			
2	5	4				
3	3	6				
4	2	5				
5	9	1				

	A	B	C	D	E	F
1	4	2	4.6			
2	5	4				
3	3	6				
4	2	5				
5	9	1				

Şek. 1 34

Maksimum (MAX) fonksiyonu, verilen bir dizi içindeki en büyük sayıyı belirlemek için kullanılır; **Minimum (MIN)** fonksiyonu ise en küçük sayıyı bulmak için kullanılır.

Örnek: A1'den A5'e kadar olan hücrelerdeki sayılardan:

En büyük olanı C2 hücresinde göstermek için: **=MAX(A1:A5)**

En küçük olanı C3 hücresinde göstermek için: **=MIN(A1:A5)**

	A	B	C	D	E	F
1	4	2	4.6			
2	5	4	9			
3	3	6				
4	2	5				
5	9	1				

Şek. 1.35

	A	B	C	D	E	F
1	4	2	4.6			
2	5	4	9			
3	3	6	2			
4	2	5				
5	9	1				

Şek. 1.36



Anahtar kelimeler: **AutoSum, Sum, Average, Min, Max**



- Hücre aralığının ortalama (aritmetik) değerini hesaplamak için fonksiyonun yazım biçimi nedir?
- A4 hücresindeki veri hangi fonksiyon ile elde edilmiştir?

- SUM(A2:A3)
- MIN(A1:A3)
- MAX(A1:A3)
- AVERAGE(A2:A3)

	A	
1	10	
2	5	
3	3	
4	4	
5	2	
6		

3. =COUNT(argümanlar) sözdizimiyle verilen fonksiyon hangisidir?



Alıştırmalar:

1. Her bir sınıfın ortalama başarı notu ve üçüncü sınıf beş sınıftaki "pekiyi" (en yüksek) başarı notuna sahip öğrencilerin yüzdesi hesaplanacaktır. Her sınıf için, "pekiyi" başarı, "çok iyi" başarı, "iyi" başarı ve "geçer" başarı notuna sahip öğrenci sayıları ayrı ayrı girilir. **AutoSum** fonksiyonu kullanılarak, **F3** hücresinde III-1 sınıfındaki toplam öğrenci sayısı hesaplanır; ardından bu formül diğer sınıflar için (**F4, F5, F6, F7**) kopyalanır.

	A	B	C	D	E	F
1						
2	Sınıf	Pekiyi	Çok İyi	İyi	Yeterli	Öğrenci Sayısı
3	III-1	19	11	1	3	34
4	III-2	21	9	2	0	32
5	III-3	15	14	3	1	33
6	III-4	17	12	0	4	33
7	III-5	23	7	1	0	31
8						

Şek. 1.37

1. Microsoft Excel

Sonra **G3** hücreğine ortalamayı hesaplamak için şu formül girilir:

$$=(\text{pekiyi} * 5 + \text{çok iyi} * 4 + \text{iyi} * 3 + \text{geçer} * 2) / \text{öğrenci sayısı}$$

	A	B	C	D	E	F	G
1							
2	Sınıf	Pekiyi	Çok İyi	İyi	Yeterli	Öğrenci Sayısı	Ortalama
3	III-1	19	11	1	3	34	$=(B3*5+C3*4+D3*3+E3*2)/F3$
4	III-2	21	9	2	0	32	
5	III-3	15	14	3	1	33	
6	III-4	17	12	0	4	33	
7	III-5	23	7	1	0	31	
8							

Şek. 1.38

Formülü diğer sınıflara da kopyalıyoruz (**G4, G5, G6, G7**).

	A	B	C	D	E	F	G
1							
2	Sınıf	Pekiyi	Çok İyi	İyi	Yeterli	Öğrenci Sayısı	Ortalama
3	III-1	19	11	1	3	34	4.176470588
4	III-2	21	9	2	0	32	4.59375
5	III-3	15	14	3	1	33	4.242424242
6	III-4	17	12	0	4	33	4.03030303
7	III-5	23	7	1	0	31	4.709677419
8							

Şek. 1.39

Her sınıftaki "pekiyi" öğrencilerin yüzdesi, karma adresleme kullanılarak hesaplanabilir. **G3** hücreğine, III-1 sınıfındaki "pekiyi" öğrencilerin yüzdesini hesaplamak için şu formül girilir (Şekil 1):

$$=B3/B8*100$$

	A	B	C	D	E	F	G
1							
2	Sınıf	Pekiyi	Çok İyi	İyi	Yeterli	Öğrenci Sayısı	Ortalama
3	III-1	19	11	1	3	34	=B3/B8*100
4	III-2	21	9	2	0	32	
5	III-3	15	14	3	1	33	
6	III-4	17	12	0	4	33	
7	III-5	23	7	1	0	31	
8	toplam	95	53	7	8	163	
9							

Şek. 1.40

Bu adresi karma (kombine) hale getirmek için (sadece **F8** hücrelerini mutlak yapmak üzere), imleç hücre adresinin üzerine getirilir ve klavyeden **F4** tuşuna basılır.

	A	B	C	D	E	F	G
1							
2	Sınıf	Pekiyi	Çok İyi	İyi	Yeterli	Öğrenci Sayısı	Ortalama
3	III-1	19	11	1	3	34	20
4	III-2	21	9	2	0	32	
5	III-3	15	14	3	1	33	
6	III-4	17	12	0	4	33	
7	III-5	23	7	1	0	31	
8	toplam	95	53	7	8	163	
9							

Şek. 1.41

Sonra **AutoFill** ile **G** sütunu aşağı doğru doldurulur, ancak bu işlem sırasında hücrelerin seçili kalması gerekir.

	A	B	C	D	E	F	G
1							
2	Sınıf	Pekiyi	Çok İyi	İyi	Yeterli	Öğrenci Sayısı	Ortalama
3	III-1	19	11	1	3	34	20
4	III-2	21	9	2	0	32	22.10526316
5	III-3	15	14	3	1	33	15.78947368
6	III-4	17	12	0	4	33	17.89473684
7	III-5	23	7	1	0	31	24.21052632
8	toplam	95	53	7	8	163	100
9							

Şek. 1.42

1. Microsoft Excel

2. En iyi basketbolculardan oluşan bir "ilk 5" takımı hazırlandı. İnternette araştırma yaparak tabloya aşağıdaki eksik bilgileri doldur:(forma numarası,doğum tarihine göre yaş,boy). Ayrıca, Excel tablosunda gerekli verileri hesaplamak için uygun formülleri ekle:

Numara	Ad ve Soyad	Yaş	Boy (cm)
?	Wilt Chamberlain	?	?
?	Magic Johnson	?	?
?	LeBron James	?	?
?	Michael Jordan	?	?
?	Kareem Abdul-Jabbar	?	?
takımın ortalama boyu			?
En kısa oyuncu			?
En uzun oyuncu			?
En genç oyuncu			?

Şek.1.43

Excel tablosu, A sütunundaki verilen verilerle hazırlanmalıdır (şekil 1.44). B1 hücresine, **A1** ve **A5** hücrelerindeki verilerin toplamını hesaplayan **=SUM(A1,A5)** fonksiyonu eklenir (**A1+A5**), **B3** hücresine ise **A1**'den **A5**'e kadar olan hücrelerin toplamını hesaplayan **=SUM(A1:A5)** fonksiyonu eklenir **A5 (A1+A2+A3+A4+A5)**.

	A	B
1	10	
2	5	
3	3	
4	4	
5	8	
6		

Şek.1.44

Bilgini kontrol et!



I. Çoktan Seçmeli Sorular (Doğru cevapları yuvarlak içine al)

1. **Excel** çalışma sayfasında **B5** neyi ifade eder?
 - A) Satır
 - B) Hücre
 - C) Sütun
2. **Excel**'de satırlar neyle gösterilir?
 - A) Harflerle
 - B) Sayılarla
 - C) Sembollerle
3. **C7** hücresi, hangi kesişimden oluşur?
 - A) Üçüncü sütun ile yedinci satırın
 - B) Üçüncü satır ile yedinci sütunun
 - C) **C** satırı ile yedinci sütunun
4. Her fonksiyon şu işaretle başlar:
 - A) =
 - B) +
 - C) :
5. **=B2*C2** formülü hücreye yazıldığında ne anlama gelir?
 - A) **B2** ve **C2** hücrelerinin toplamı
 - B) **B2** ve **C2** hücrelerinin çarpımı
 - C) **B2** ve **C2** hücrelerinin farkı
6. **B\$3** karma hücre adresinde mutlak olan nedir?
 - A) Sütun
 - B) Satır
 - C) Hem satır hem sütun

1. Microsoft Excel

7. Eğer çalışma dosyası zaten kaydedildiyse ve yalnızca içinde değişiklik yapılıyorsa (format ya da konum değiştirilmeden), aşağıdaki seçeneklerden hangisi kullanılır?

- A) Farklı Kaydet (**Save As**)
- B) Kaydet (**Save**)
- C) Paylaş (**Share**)

8. Hücre adreslerinde sütun harfi ve satır numarasının önüne mutlak adresleme yapmak için hangi sembol getirilir?

- A) #
- B) &
- C) \$

9. Tablo işlem programında A5 hücresine 10 sayısı girilmiştir. Aşağıdaki formülün sonucu nedir: " $=A5/2+1^{100000}$ "?

- A) **100005**
- B) **6**
- C) **6^{100000}**

10. Ortalama (aritmetik) değeri hesaplamak için hangi fonksiyon kullanılır?

- A) **SUMIF**
- B) **AVERAGE**
- C) **COUNT**

II. Eşleştirme Soruları

11. Aşağıdaki matematiksel operatörleri ilgili işlemlerle eşleştiriniz.

- | | |
|------|---------------------|
| A) ^ | 1) çarpma _____ |
| B) * | 2) üstel alma _____ |
| C) / | 3) bölme _____ |

12. Operatörleri ilgili fonksiyon kategorileriyle eşleştiriniz.

- | | |
|----------------|-----------------------------------|
| A) / | 1) matematiksel _____ |
| B) = | 2) karşılaştırma (mukayese) _____ |
| C) TRUE | 3) mantıksal _____ |

13. Hücre adreslerini adresleme türüyle eşleştiriniz.

- | | |
|------------------------|-------------------|
| A) F5 | 1) mutlak _____ |
| B) &F&5 | 2) göreceli _____ |
| C) F&5 | 3) karma _____ |

III. Boşluk Doldurma Soruları

14. Excel'de oluşturulan belgeye _____ denir.
15. Excel çalışma kitabındaki çalışma sayfalarının başlangıçta isimleri _____dir.
16. En büyük sayıyı belirlemek için _____ fonksiyonu kullanılırken, en küçük sayı _____ fonksiyonu ile bulunur.
17. Tek bir hücrenin adresi, sütun işareti _____ ve satır işaretinden _____ oluşur.
18. Hücre adresleri arasındaki aralığı belirtmek için _____ işareti kullanılır.
19. Satır adı ve sütun adının önünde \$ işareti varsa, adres _____dir, bu hücrenin değeri değişmez.
20. AutoSum ile seçili/işaretli hücrelerin içeriği _____ yapılır.

Book1 - Excel Наташа Божиновска

File Home Insert Page Layout Formulas Data Review View Help Tell me

Clipboard Font Alignment Number Conditional Formatting Format as Table Cell Styles Cells Editing

Styles

A1

A B C D E F G H I

1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17 18 19 20 21 22 23 24

2. MICROSOFT EXCEL'DE BELGELERLE ÇALIŞMA

Sheet1

Ready Accessibility: Good to go 90%

Bu modüler ünitenin içeriğinin incelenmesiyle öğrenci; bilgi, beceri ve yetkinlikler kazanacaktır:

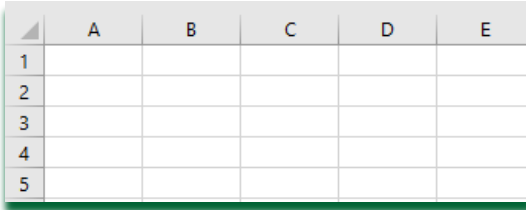
- **Microsoft Excel’ de belge oluşturma;**
- **Microsoft Excel’ de hücrelere veri girme,**
- **kopyalama ve taşıma;**
- **Microsoft Excel’ i değişken büyüklüklerin grafiksel**
- **gösterimi için bir araç olarak kullanma;**
- **Microsoft Excel’ de tabloları formatlama;**
- **Microsoft Excel’ de veri ve grafiklerle işlemler**
- **yapma.**

2.1 Çalışma Sayfaları

Microsoft Excel çalışma kitabı, birden fazla çalışma sayfasından oluşur. Veri girişi yapmanın yanı sıra, sayfaların adını değiştirme, taşıma, silme ve aynı anda birden fazla çalışma sayfasında paralel hesaplamalar yapma gibi işlemler de uygulanabilir.

Verilerin işlendiği çalışma sayfası, şu şekilde organize edilmiştir: Satır etiketleri, sol tarafta yer alır ve 1'den 1.048.576'ya kadar numaralandırılmıştır. Üst tarafta ise sütun etiketleri bulunur ve harflerle gösterilir (ilk 26 sütun **A**'dan **Z**'ye kadar, ardından **AA**, **AB**, **AC**... **ZX**, **ZY**, **ZZ** gibi kombinasyonlarla sonraki 626 sütun ve kalan 15.734 sütun ise **AAA**, **AAB**, **AAC**... **XFB**, **XFC**, **XFD** şeklinde adlandırılır). Görülen ince gri çizgiler ise hücreler arasındaki sınırları görsel olarak gösterir ve baskı sırasında görünmezler.

Çalışma sayfası, verilerin

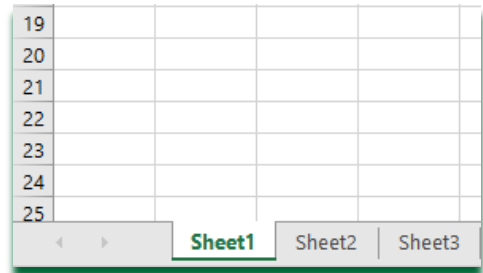


	A	B	C	D	E
1					
2					
3					
4					
5					

Şek. 2.1

girildiği **hücreleri** oluşturmak üzere birbirini kesen satır ve sütunlardan oluşur (Şekil 2.1). Çalışma sayfasında; hesaplamalar yapma, veri analizi ve veri entegrasyonu gibi çeşitli görevlerin gerçekleştirilmesi mümkündür.

Programın sürümüne ve kullanıcının ihtiyaçlarına bağlı olarak, çalışma sayfalarının sayısı farklılık gösterir. Hangi çalışma sayfasının aktif olduğu, sayfa adının kalın (bold) harflerle yazılmasıyla anlaşılır (Şekil 2.2'de bu **Sheet1**'dir).



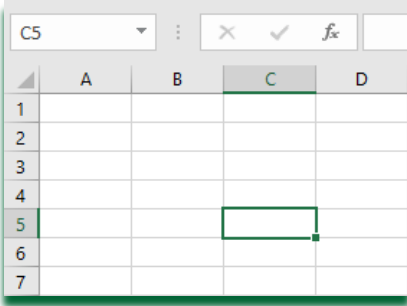
19					
20					
21					
22					
23					
24					
25					

Şek. 2.2

Çalışma sayfasını değiştirmek için sayfa isimlerine tıklanır. Her çalışma sayfası sütunlar ve satırlardan oluşur. Sütunlar ile satırların

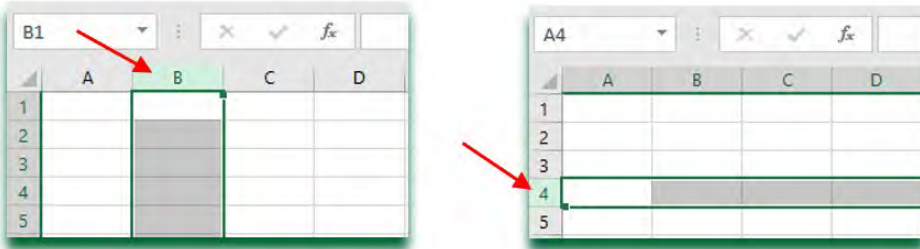
kesişimi **Excel**'de temel öge olan hücreyi oluşturur. Her hücrenin, onu tanımlayan bir adresi vardır; bu adres, o hücrede kesişen sütun ve satır etiketlerinden oluşur. Örneğin, **A1** sayfadaki ilk hücredir.

Program **Start(Başlat)** menüsünden çalıştırıldığında yeni bir Excel çalışma kitabı (belgesi) açılır. Belgedeki çalışma sayfası, **Sheet1** olarak adlandırılır ve **256** sütun ile **65.536** satıra bölünmüştür. Sütunlar harflerle (**A, B, C, ...**), satırlar ise sayılarla (**1, 2, 3, ...**) gösterilir. Örneğin, **C** sütunu ile **5.** satırın kesişiminden oluşan hücre **C5** olarak adlandırılır (Şekil 2.3). Bu hücrelerin her birine veri girilebilir ve program bu verilerin işlenmesi için çeşitli olanaklar sunar.



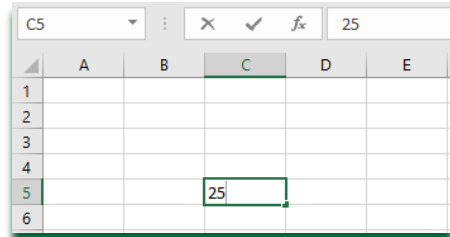
Şek. 2.3

Bir sütun, sütun harfine tıklanarak seçilir; bir satır ise satır numarasına tıklanarak seçilir (Şekil 2.4). Birden fazla sütun veya satır seçmek istiyorsak, fare ile harfler/sütunlar veya satır numaraları üzerinde sürükleme yapılır.



Şek. 2.4

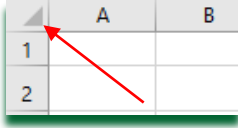
Excel'de yalnızca aktif hücreye yazı yazılır. Aktif hücre, fareyle üzerine tıklayarak konumlandığımız hücredir. Bu hücre, kalın kenarlıklarla işaretlenmiş olmasıyla tanınır. Şekil 2.5'te aktif hücre **C5**'tir.



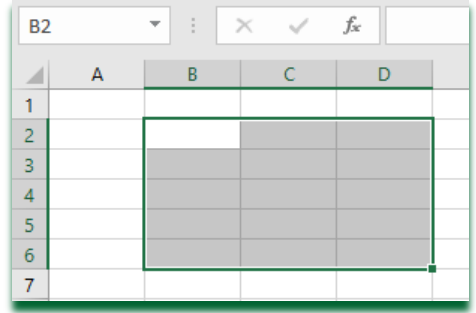
Şek. 2.5

2. Microsoft excel'de belgelerle çalışma

Çalışma sayfasındaki herhangi bir hücre, fareyle sol tıklanarak seçilir. Tüm çalışma sayfası ise, A sütununun önündeki işaretsiz dikdörtgene tıklanarak veya klavyeden **Ctrl+A** tuş kombinasyonu ile seçilir.

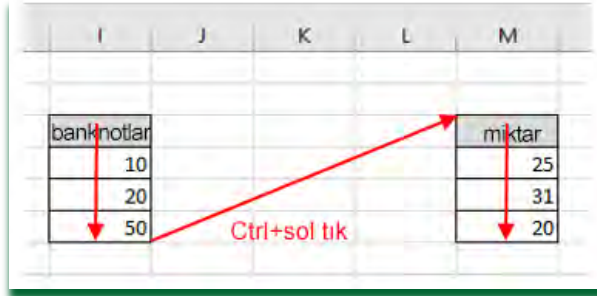


Çalışma sayfalarında çalışırken genellikle hücre gruplarını kopyalama, taşıma ve silme işlemlerine ihtiyaç duyarız. Bunun için öncelikle hedef hücre grubunun seçilmesi gerekir. Seçmek istediğimiz grubun başlangıç hücresine imleç yerleştirilir. Ardından farenin sol tuşuna basılı tutulur ve son hücreye kadar sürüklenir. Şekil 2.6'da **(B2:D6)** aralığı seçilmiştir.



Şek. 2.6

Eğer seçilmek istenen hücreler bitişik değilse, klavyeden **Ctrl** tuşu da kullanılır. Şekil 2.7'de, bitişik olmayan hücrelerin seçilme işlemi adım adım gösterilmiştir.



Şek. 2.7

Çalışma Sayfasında Gezinti

Çalışma sayfasında gezinmenin en basit yolu, kaydırma çubuklarını (**scroll bars**) kullanmaktır. Ayrıca, fare ile istenilen hücreye tıklanarak imleç o hücreye yerleştirilebilir.

Çalışma sayfasında gezinmek için fare dışında klavye tuşları da kullanılabilir:

Pozisyon	Düğme
Bir hücre aşağı	↓
Bir hücre yukarı	↑
Bir hücre yukarı	←
Bir hücre sağa	→
Satırın sonu	Ctrl + →
Satırın başı	Ctrl + ←
Sonraki çalışma sayfası	Ctrl + PageDown
Önceki çalışma sayfası	Ctrl + PageUp
Sütunun başı	Ctrl + ↑
Sütunun sonu	Ctrl + ↓
Sonraki ekran	PageDown
Önceki ekran	PageUp
Satırın başına git	Ctrl + Home
Satırın sonuna git	Ctrl + End



1. Çalışma sayfası nedir, çalışma kitabı nedir?
2. Çalışma sayfasında satırlar ve sütunlar nasıl gösterilir?
3. Bitişik olmayan hücre grubu nasıl seçilir?



Alıştırımlar:

1. Yeni bir belge açılın ve adı **Takvim** olarak kaydedilsin. Çalışma sayfası **Sheet1**, **Aralık** olarak yeniden adlandırılın. Bu çalışma sayfasında Aralık ayı için bir takvim oluşturulsun.
 - Tüm hafta sonları (cumartesi ve pazar) bir grup olarak seçilsin.
 - Ay içindeki tek günler (1, 3, 5, ...) seçilsin.
 - Aralık ayındaki resmi tatil günlerinin hücre adresleri belirlensin ve işaretlensin.



- ✓ **Excel'de sadece aktif hücreye yazı yazılır.**
- ✓ **Aktif hücre, fare ile üzerine**
- ✓ **konumlandığımız hücredir ve kalın çizgilerle işaretlenir.**

2.2 Veri Türleri

Tablolu hesaplamalar için veriler, **Excel** gibi tablo programlarında saklanabilen bilgilerdir. Veriler, çalışma sayfalarındaki hücrelere girilir. Her hücreye veri (**metin, tarih, sayı, formül**) girilebilir ve bu veriler daha sonra **Excel**'in yerleşik araçları ve fonksiyonlarıyla işlenebilir.

Girilen veriler, çalışma sayfasındaki hücrelerde saklanır. Genellikle, her hücrede sadece bir tür veri bulunur. Veriler hesaplamalarda kullanılabilir, grafiklerde gösterilebilir veya sıralama ve filtreleme ile belirli bilgiler bulunabilir.

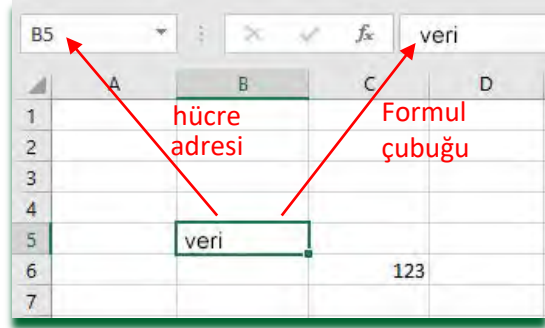
Excel tablosundaki yeni çalışma sayfasındaki her hücre boşdur. Bir hücreye veri girebilmek için, fare ile istenen hücre seçilir ve ardından klavyeden veriler girilir. Veri girişi genellikle **Enter** tuşuna basılarak tamamlanır; böylece altındaki hücre aktif hücre olur. Veriler aynı zamanda **Formül Çubuğu (Formula Bar)** üzerinden de girilebilir. Bu şekilde genel biçimde (General) yani metin ve doğal sayılar girilir.

Metin verileri genellikle başlıklar, isimler ve veri sütunlarını tanımlamak için kullanılan kelimelerden oluşur. Metin verileri harfler, sayılar, "!" veya "&" gibi özel karakterler ve boşluklar içerebilir.

Hücrelere girilen **sayılar** hesaplamalarda kullanılır. (1, 10, 100) gibi tam sayılar dışında, binlik ayırıcı olarak nokta kullanılan tam sayılar (1.250, 15.200) ve ondalık sayılar için virgöl (12,3) da girilebilir. Negatif sayılar ise eksi işareti (-) ile yazılır.

2.3 Veri Girişi

Her veri girişi, seçilen hücreye yapılır ve aynı veriler, araç çubuklarının en alt satırında yer alan Formül Çubuğu'nda (**Formula Bar**) da görünür. Aynı satırın en solunda, verinin girildiği hücrenin adresi de görülür. Veri girilirken fark edilir ki, varsayılan olarak sayılar hücrenin sağ tarafına hizalanırken, metin verileri otomatik olarak hücrenin sol tarafına hizalanır (şekil 2.8).



Şek. 2.8

Bir hücreye veri girmek için, o hücrenin aktif olması yani önce seçilmesi gerekir. Veri girişi, klavyeden **Enter** tuşuna basılarak onaylanır.

Veriler, aynı zamanda **formül çubuğu (Formula Bar)** üzerinden de girilebilir. Eğer sayıların **metin** olarak değerlendirilmesi gerekiyorsa, girerken başına özel karakter olan **kesme işareti (')** eklenmelidir. Örneğin, 1234 sayısı '1234 şeklinde yazıldığında Excel bunu metin olarak algılar.

Eğer girilen veriler düzeltilmek ya da hücreye yeni bir veri girilmek isteniyorsa, bu şu yollarla yapılabilir: ilgili hücreye **çift sol tıklama**, **Formül Çubuğu (Formula Bar)** üzerinden düzenleme veya klavyeden **F2 tuşuna** basma.

Bu durumda, eğer metin hücrenin genişliğinden daha uzunsa, metin yan hücreye "taşar" ancak o hücreyi doldurmaz. Örneğin, şekilde **A1** hücrelerine "Elektroteknik" yazılmışsa ve **B1** boşsa, metin **B1**'e taşar gibi görünür. Ancak **B1** hücrelerine "Matematik" yazılırsa,

2. Microsoft excel'de belgelerle çalışma

A1'deki uzun metin yalnızca görünüşte kısalmır – **A1**'in içeriği aslında değişmeden kalır.



Şek. 2.9

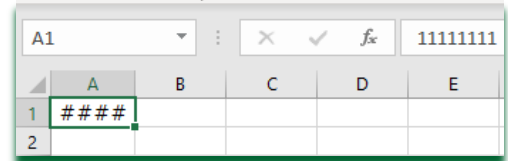
Sayıların Girilmesi

Sayılar, **1 2 3 4 5 6 7 8 9 - +/ E** karakterlerini içeren sabit (konstant) değerlerdir.

Microsoft Excel sayıları aşağıdaki biçimlerde gösterir:

- Tam sayılar (örnek: **789**)
- Ondalıklı sayılar (örnek: **7,89**)
- Kesirli sayılar (örnek: **7 8/9** c— önce tam kısım, ardından pay, eğik çizgi ve son olarak da payda girilir)
- Üslü sayılar (bilimsel gösterim) (örnek: **7.89 E+08**).

Bir sayının uzunluğu hücre genişliğinden büyükse, sayı ya üstel biçimde (bilimsel gösterim) gösterilir ya da hücrede sadece şu işaretler görünür: **####**. Kolon genişletildiğinde sayı normal biçimde görünür.



Şek. 2.10

Tarih ve Saat Girişi

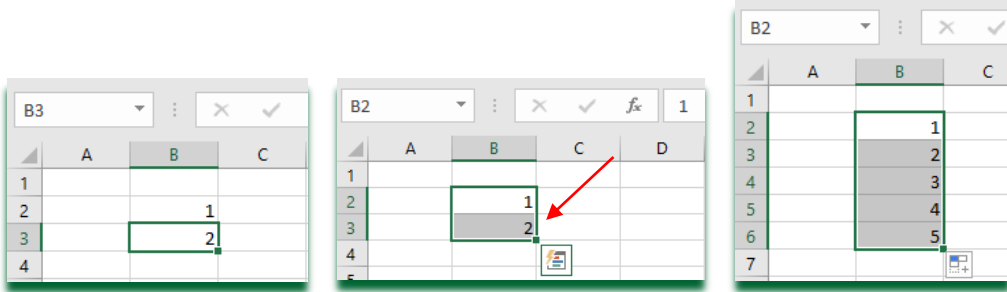
MS Excel, tarih ve saat verilerini yalnızca aşağıdaki uygun biçimlerden biriyle girildiğinde tanır:

- gün/ay/yıl (örnek: **25/02/2022**)
- gün-ay-yıl (örnek: **19-07-2022**)
- gün.ay.yıl (örnek: **24.02.2022**)

Saat girişi için, saat ile dakikalar arasında iki nokta işareti (:) konulur (örnek: **10:30**).

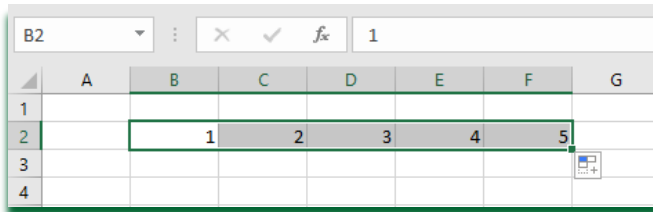
Geçerli tarih, **Ctrl+#** tuşlarına basılarak; geçerli saat ise **Ctrl+;** tuşlarıyla girilebilir. Tarih veya saat doğru şekilde girilmişse, hücrenin sağ tarafında hizalanır. Bazen tarih ya da saat, **doğrudan sayı olarak** görünebilir. Bu durumda, hücre biçimi kontrol edilmelidir. Hücrenin biçimini değiştirmek için **Format Cells > Number (Hücre Biçimlendir > Sayı)** iletişim kutusuna girilerek gerekli ayarlama yapılmalıdır.

Veri girişi, veriler buna uygunsa **Auto Fill** (Otomatik Doldurma) seçeneği ile yapılabilir. Örneğin, belirli bir kurala göre artan veya azalan sayılar içeren bir sütun girilmek isteniyorsa, ilk iki ya da üç hücreye sayı dizisinin elemanları yazılır. Daha sonra bu hücreler seçilir ve **Auto Fill** yardımıyla geri kalan hücreler otomatik olarak doldurulur. Örnek: 1'den 5'e kadar artan bir sayı dizisi girmek için önce 1 ve 2 yazılır. Bu iki hücre seçilir, son hücrenin sağ alt köşesine gelindiğinde küçük siyah bir artı işareti (dolgu tutamacı) belirir. Bu işaret aşağıya doğru sürüklenerek gerekli kadar hücre doldurulur.



Şek. 2.11

Aynı işlem, verileri satırlar boyunca doldurmak için de uygulanabilir (bkz. şekil 2.12).



Şek. 2.12

2. Microsoft excel'de belgelerle çalışma



Anahtar kelimeler: **Auto Fill, Özel işaretler**



1. **Excel** çalışma sayfasındaki hücelere ne tür veriler girilebilir?
2. Metin verileri ne içerir?
3. Tarih ve saat verileri hangi formatta girilir?
4. Veri girildikten sonra kare işaretlerinin (####) görünmesi ne anlama gelir?



Alıştırmalar:

1. **Auto Fill** aracını kullanarak, ilk sütuna 1'den 30'a kadar sayılar; ikinci sütuna ise **01/10/2022**'den **31/12/2022**'ye kadar olan tarihler girilecek şekilde iki sütunlu bir tablo oluşturulmalıdır.
2. **Auto Fill** aracını kullanarak, **6:00 AM**'den **1:00 PM**'ye kadar olan saatleri içeren tek satırlık bir tablo oluşturulmalıdır.

	A	B	C	D	E	F	G	H	I
1	6:00 AM	7:00 AM	8:00 AM	9:00 AM	10:00 AM	11:00 AM	12:00 PM	1:00 PM	
2									
3									



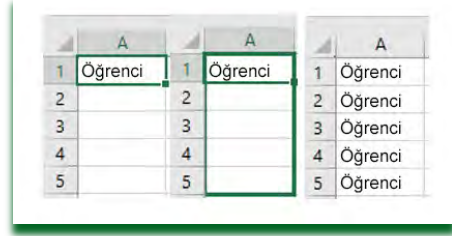
Hatırla!

- ✓ Veriler, etkin hücreye veya formül çubuğuna (Formula Bar) girilir.
- ✓ Saat bilgisi girilirken saat ile dakikalar arasında iki nokta (:) işareti konulur.
- ✓ Otomatik Doldurma (Auto Fill) seçeneği, belirli bir kurala göre artan veya azalan sayıları otomatik olarak girmeyi sağlar.

2.4 Veri Kopyalama

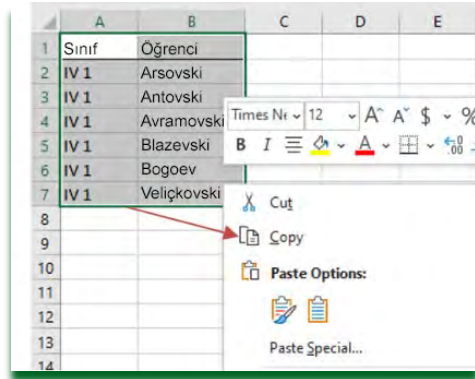
Excel tabloları ile çalışırken, çalışma sayfalarında tablo hazırlanırken tekrar eden bazı verilerin kopyalanmasına sıkça ihtiyaç duyulur. Veriler bir hücreden başka bir hücreye, bir çalışma sayfasından diğerine veya bir çalışma belgesinden başka birine kopyalanabilir. Bu amaçla Excel programı, istenilen verilerin kopyalanması için çeşitli yöntemler sunar.

Auto Fill seçeneği ile aynı veri birden fazla hücreye de kopyalanabilir. Bu, hücreye yalnızca bir kelime veya bir ya da iki sayı girildiğinde yapılır. Daha sonra hücre seçilir ve imleç, seçilen son hücrenin sağ alt köşesine getirilir. İmleç siyah artı işaretine (küçük siyah haç) dönüştüğünde, bu işaret aşağıya doğru, doldurulması gereken hücre sayısı kadar sürüklenir. Böylece veri tüm hücrelere kopyalanır (bkz. Şekil 2.13).



Şek. 2.13

Verileri kopyalamanın bir diğer yöntemi ise, kopyalanacak verilerin bulunduğu hücreleri seçerek, bu verilerin çalışma sayfasında başka bir konuma taşınmasıdır. Seçilen verilere sağ tıklanarak açılan pencereden "Kopyala" (**Copy**) seçeneği tıklanır (bkz. Şekil 2.14).



Şek. 2.14

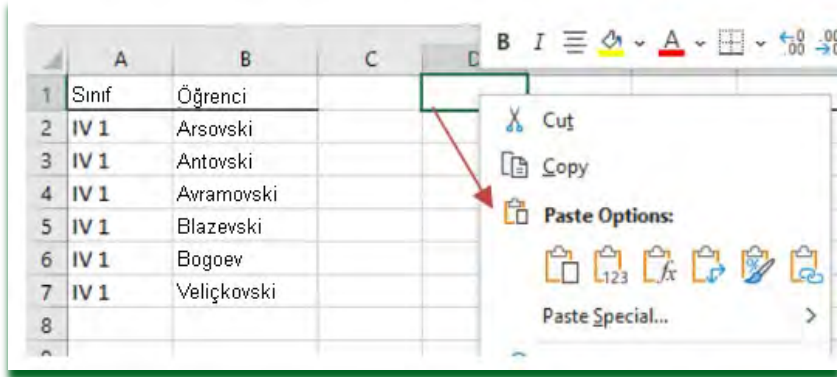
Copy düğmesine basıldığında, seçilen veriler kesik çizgili bir çerçeveye çevrelenir (bkz. Şekil 2.15) ve klavyeden **Esc** tuşuna basarak seçimden çıkmadığımız sürece bu veriler birden fazla kez

2. Microsoft Excel'de Belgelerle Çalışma

	A	B	C
1	Sınıf	Öğrenci	
2	IV 1	Arsovski	
3	IV 1	Antovski	
4	IV 1	Avramovski	
5	IV 1	Blazevski	
6	IV 1	Bogoev	
7	IV 1	Veliçkovski	
8			
9			
10			

Şek. 2.15

kopyalanabilir. Ardından, kopyalanan verilerin yapıştırılacağı yer yani çalışma sayfasındaki konum seçilir. Verilerin yerleştirileceği ilk hücre seçilir. Daha sonra bu hücreye sağ tıklanarak **Yapıştır (Paste)** işlevi seçilir (bkz. Şekil 2.16).

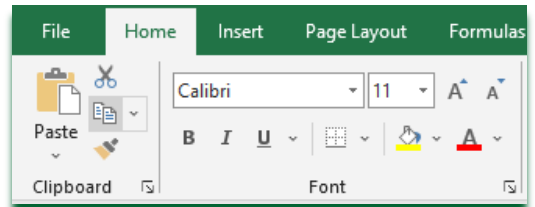


	A	B	C	D	E	F
1	Sınıf	Öğrenci		Sınıf	Öğrenci	
2	IV 1	Arsovski		IV 1	Arsovski	
3	IV 1	Antovski		IV 1	Antovski	
4	IV 1	Avramovski		IV 1	Avramovski	
5	IV 1	Blazevski		IV 1	Blazevski	
6	IV 1	Bogoev		IV 1	Bogoev	
7	IV 1	Veliçkovski		IV 1	Veliçkovski	
8						

Şek. 2.16

Seçilen veriler, araç çubuğundaki **Kopyala (Copy)** ve **Yapıştır (Paste)** işlevleri kullanılarak da kopyalanabilir (bkz. Şekil 2.17).

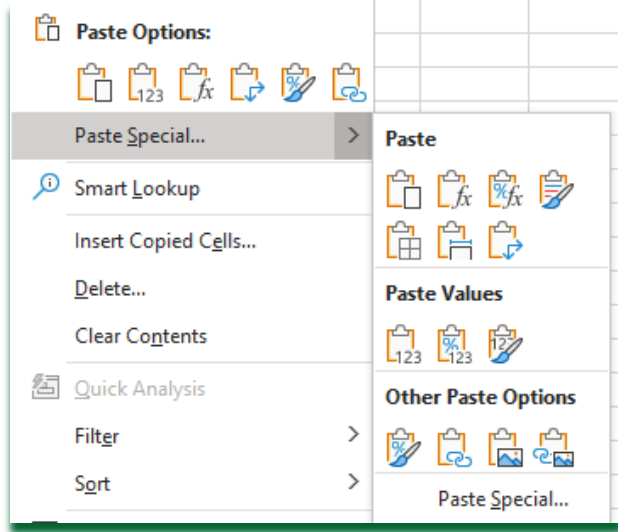
Şek. 2.17



Genellikle, kopyalama ve yapıştırma işlemlerini hızlandırmak için klavye kısayolları kullanılır: **Ctrl+C (Kopyala)** ve **Ctrl+V (Yapıştır)**.

Ancak her zaman **Paste** seçeneği ya da **Ctrl+V** kullanılmaz, çünkü bu yöntemle hücreye verinin tüm içeriği kopyalanır — bu içerik bir değer, formül, biçimlendirme vb. olabilir. Excel'de farklı kopyalama seçenekleri mevcuttur:

- Klasik kopyalama
- Yalnızca değerleri kopyalama
- Yalnızca formülü kopyalama
- Yalnızca biçimlendirmeyi kopyalama
- Özel yapıştırma seçeneği (Paste Special)



Şek. 2.18

Klasik Kopyalama

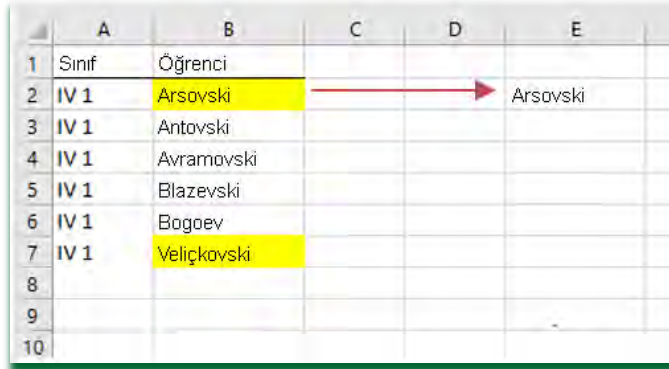
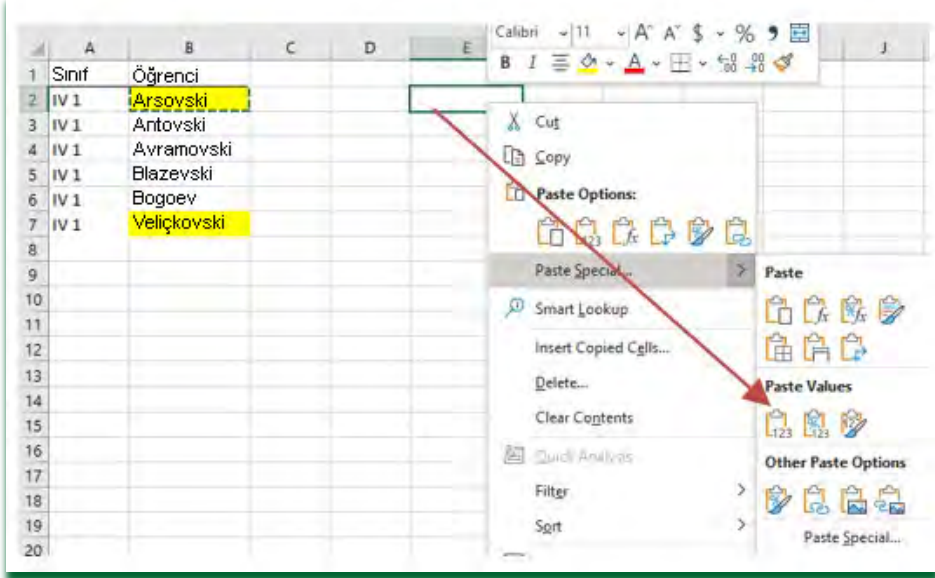
Bir hücre **Kopyala (Ctrl+C)** komutuyla kopyalandıktan sonra, seçilen konuma yapıştırılır. Fareye sağ tıklanarak açılan seçenek listesinden **Yapıştır (Paste)** seçilir veya klavyeden **Ctrl+V** tuş kombinasyonu kullanılır.

Yalnızca Değerleri Kopyalama

Sadece hücredeki değer kopyalanması gerektiğinde, önce kopyalanacak hücre seçilir, sağ tıklanır ve **Kopyala (Copy)** seçeneği seçilir. Ardından değer yapıştırılacağı hücre seçilir, tekrar sağ tıklanır ve açılan **Yapıştır Seçenekleri (Paste Options)** menüsünden

2. Microsoft Excel'de Belgelerle Çalışma

Values (Değerler) seçeneği tıklanır. Bu işlemin sonucu olarak sadece hücredeki değer veya metin yapıştırılır (bkz. Şekil 2.19).



Şek. 2.19

X Formül Kopyalama

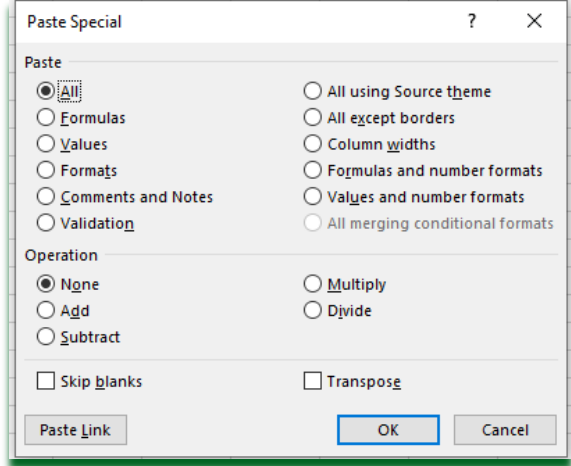
Formül, hücredeki değer gibi aynı şekilde kopyalanır. Önce kopyalanacak formülün bulunduğu hücre seçilir. Fareye sağ tıklanarak **Kopyala (Copy)** seçeneği seçilir. Ardından formülün yapıştırılacağı hücre seçilir, tekrar sağ tıklanır ve **Yapıştır Seçenekleri (Paste Options)** menüsünden **Formüller (Formulas)** seçeneği tıklanır. Sonuç olarak, formül başarılı bir şekilde kopyalanmış olur.

Biçimlendirme Kopyalama

Biçimlendirme kopyalama da önceki işlemlerle aynı şekilde yapılır, ancak **Paste Options** menüsünden bu kez **Biçimlendirme (Formatting)** seçeneği seçilir.

Kopyalama Seçenekleri

Bu seçenek seçildiğinde yeni bir pencere açılır. Bu pencerede, farklı kopyalama seçenekleri arasından seçim yapılabilir. Örneğin, yalnızca yorumlar (notlar), sütun genişlikleri, sayısal biçimlendirme, formüller ve benzeri öğeler kopyalanabilir (bkz. Şekil 2.20).



Şek. 2.20



1. Veriler Excel'de **komutla** girilir — peki bu **fareyle nasıl yapılır?**
2. **Auto Fill** seçeneği ne için kullanılır?



Alıştırmalar:

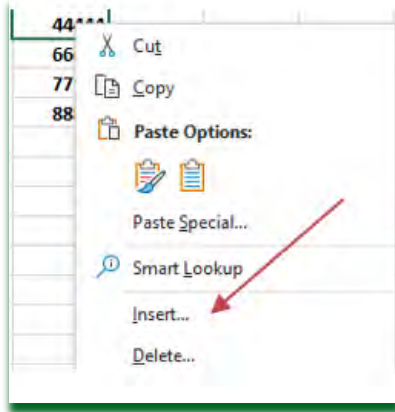
1. **C3** hücresine Ohm Yasası için bir formül girilsin, ardından bu formül **C4** ve **C5** hücrelerine kopyalansın. Elde edilen tablo, **E2:G5** hücre aralığına kopyalansın.

	A	B	C	D
1				
2	U	I	R	
3	12 V	0,5 A		
4	15 V	0,3 A		
5	24 V	0,4 A		
6				

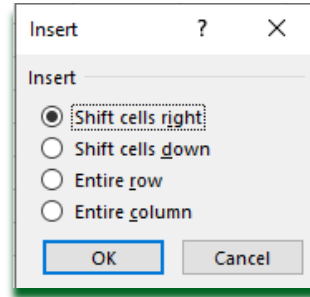
2.5 Hücre Ekleme

Çoğu zaman, başlangıçta girilmemiş veriler için ek satır ve sütunlar ekleme ihtiyacı ortaya çıkar. **Insert** menüsüne tıklanarak, yeni bir satır, sütun, hücre vb. eklemek için çeşitli seçenekler içeren bir açılır menü görüntülenir.

Excel'de hücre ekleme, yeni hücrenin eklenmek istendiği hücreye fareyle sağ tıklanarak yapılır. Açılan menüden **Insert (Ekle)** seçeneği seçilir (bkz. Şekil 2.21), ardından yeni bir menü açılır (bkz. Şekil 2.22).



Şekil 2.21



Şekil 2.22

Insert menüsünden yeni bir hücre eklerken iki seçenek sunulur. Birinci seçenek, seçilen hücredeki verinin sağa kaydırılması; İkinci seçenek ise, verinin aşağıya kaydırılmasıdır.

Eğer **sağa kaydır** (**Shift cells right**) seçeneği seçilirse, seçilen hücredeki (**A4**) veri sağa (**B4**) kaydırılır ve **A4** hücresine boş bir hücre eklenmiş olur (bkz. Şekil 2.23a).

	A	B
1	1	
2	2	
3	3	
4		4
5	5	
6	6	
7	7	

Şekil 2.23 a)

	A	B
1		1
2		2
3		3
4		4
5		5
6		6
7		7
8		7

Şekil 2.23 b)

Eğer **ashağı kaydır (Shift cells down)** seçeneği seçilirse, **A4** hücreindeki veri aşağıya (**A5**) kaydırılır ve A4'e boş bir hücre eklenir (bkz. Şekil 2.23b).

Menüdeki diğer iki seçenek ise bir sütun veya satır eklemek içindir.

Hücre (sütun veya satır) ekleme özelliği, tablo oluştururken verilerin otomatik olarak kaydırılmasını sağlar.

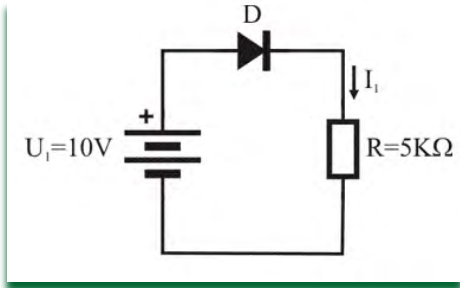


1. **Excel** tablosuna hücreler hangi şekilde eklenir?
2. **Shift cells right** seçeneği ne için kullanılır?
3. **Shift cells down** seçeneği ne için kullanılır?



Alıştırmalar:

1. **A1** hücrelerine adını yaz. **B1** hücrelerine soyadını yaz. **A1** ve **B1** hücrelerinin arasına, veli/ebeveyn adını yazacağın bir hücre ekle.



2. Direnç R ve ideal diyot D içeren devrede, I_1 akımının değeri hesaplanın.

	A	B	C
1	U1 (V)	R (kΩ)	
2	10	5	
3			

A2 ve **B2** hücreleri arasına, devredeki I_1 akımını hesaplayacak bir formülün yazılacağı bir hücre eklenmelidir. Hesaplanan değer ile **B2** hücreindeki değer karşılaştırılmalıdır.

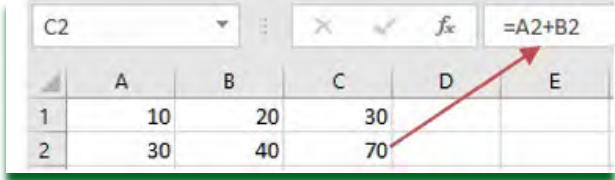
2.6 Formüllerin Kopyalanması ve Taşınması

Microsoft Excel'in temel özelliklerinden biri, formüllerle çalışma imkânıdır. Bu, toplam sonuçların hesaplanması ve istenen verilerin görüntülenmesi sürecini büyük ölçüde kolaylaştırır ve hızlandırır. Bu araç, uygulamanın karakteristik bir özelliğidir. **Microsoft Excel**'deki en basit formüller, hücrelerde yer alan veriler arasında yapılan aritmetik işlemlerle oluşturulan ifadelerdir.

Bir formülün kopyalanması birkaç farklı şekilde yapılabilir: Standart araç çubuğundan **Kopyala (Copy)** ve **Yapıştır (Paste)** komutları seçilerek, kopyalanmak istenen hücreye sağ tıklayarak (önceden açıklandığı gibi) ya da klavyeden **Ctrl+C** ve ardından **Ctrl+V** tuş kombinasyonlarıyla gerçekleştirilebilir. Ayrıca **Otomatik Doldurma (Auto Fill)** seçeneği, yani fare imlecini sürükleme yöntemi de kullanılabilir.

Formül içeren bir hücre başka bir hücreye kopyalandığında, hücrenin değeri değil, formülün kendisi kopyalanır. Ayrıca, formül yeni hücreye göre otomatik olarak güncellenir ve ilgili yeni hücre verilerini kullanır.

Örneğin, eğer **C1** hücresine bir formül yazılmışsa (**C1=A1+B1**), bu formül **C2** hücresine kopyalandığında formül otomatik olarak "**=A2+B2**" şeklinde değişir. Excel programı, formülün yeni konumuna göre hücre adreslerini otomatik olarak ayarlar.



	A	B	C	D	E
1	10	20	30		
2	30	40	70		

Şek. 2.24

Excel'de bir formülü bir hücreden başka bir hücreye taşımak için **Kes (Cut)** seçeneği kullanılır. Bu seçenek, standart araç çubuğundan doğrudan seçilebilir, kopyalanmak istenen hücreye sağ tıklanarak erişilebilir veya klavye kısayolları olan **Ctrl+X** (kes) ve

	A	B	C	D	E
1	10	20			30
2	30	40	70		
3	50	60	110		
4	70	80	150		
5					

Şek. 2.25

ardından **Ctrl+V** (yapıştır) komutlarıyla da uygulanabilir.

Taşınan formül, taşındığı yerde aynı değerleri koruyacaktır (bkz. Şekil 2.25).

Ayrıca, formüllerin yalnızca yan yana hücreler arasında ya da aynı tablo içinde kopyalanması veya taşınması gerekmez. Formüller farklı tablolara hatta çalışma kitabındaki başka sayfalara da taşınabilir. Excel yine de sonucu doğru şekilde hesaplayacaktır.



1. **Excel** tablosunda tablolar hangi şekilde kopyalanır?
2. **Excel** tablosunda formülleri kopyalama ile taşıma arasındaki fark nedir?



Alıştırmalar:

1. Hücre A3'e bir formül yazılmalı, ardından bu formül B2 hücresine kopyalanmalı ve A2 hücresine taşınmalıdır.



Hatırla!

- ✓ Insert (Ekle) menüsünden yeni bir hücre eklenirken iki seçenek sunulur: Seçilen **hücredeki veriyi sağa kaydırmak veya aşağı kaydırmak**
- ✓ **Formül içeren bir hücre başka bir hücreye kopyalandığında, hücrenin değeri değil, formülün kendisi kopyalanır.**
- ✓ **Taşınan formül, taşındığı yerde orijinal hücredeki değerlerle aynı sonuçları verecektir.**

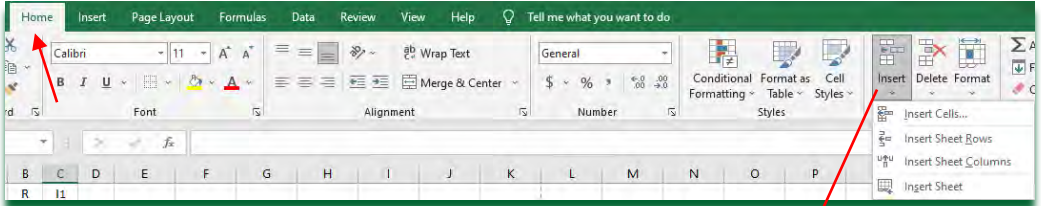
2.7 Sütun ve Satırların Silinmesi ve Eklenmesi

Excel'de tablolarla çalışırken, tablo oluşturulduktan sonra genellikle yeni sütunlar veya satırlar ekleme ya da gereksiz olanları silme ihtiyacı doğar. **Excel**, tabloda yeni satır ve sütunların eklenmesini sağlar, ancak toplam sütun ve satır sayısı sabit kalır. Örneğin, yeni bir sütun eklemek istediğinizde, imlecin bulunduğu sütunun soluna yeni sütun eklenir ve diğer sütunlar sağa kaydırılır. Eğer çalışma sayfasındaki tüm sütunlar doluysa, yeni bir sütun eklendiğinde son sütun silinir.

Yeni bir satır eklemek için önce, yeni satırın üstüne ekleneceği satır seçilir. Örneğin, 2. ve 3. satır arasında yeni bir satır eklemek istiyorsanız, önce 3. satır seçilir. Yeni satır, imlecin bulunduğu satırın önüne eklenir ve diğer satırlar aşağı kaydırılır.

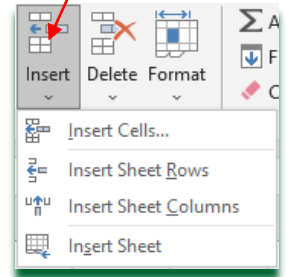
Sonra, **Insert (Ekle)** komutu tıklanır. Bu komut iki şekilde çağrılabilir.

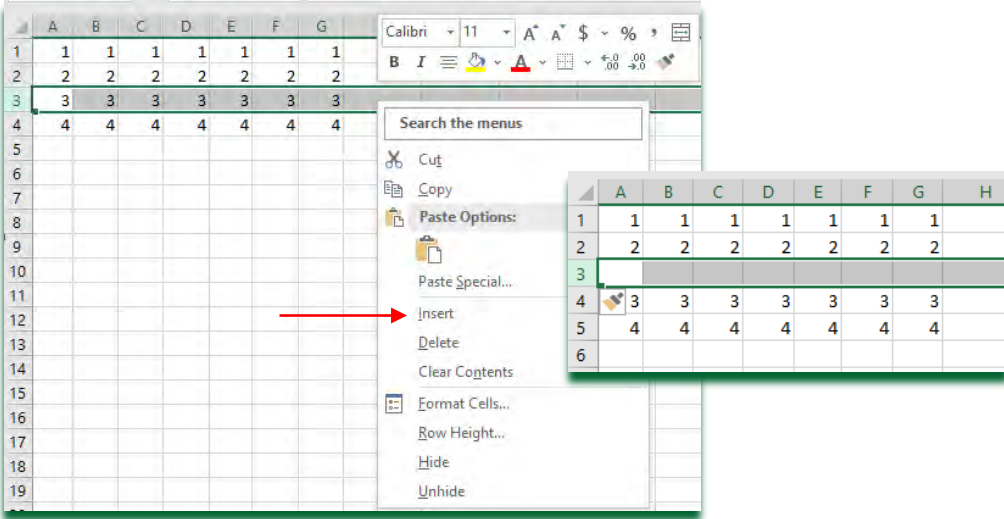
Home (Giriş) sekmesindeki standart araç çubuğundan, Açılan menüden **Insert Sheet Rows** seçeneği ile (bkz. Şekil 2.26).



Şek. 2.26

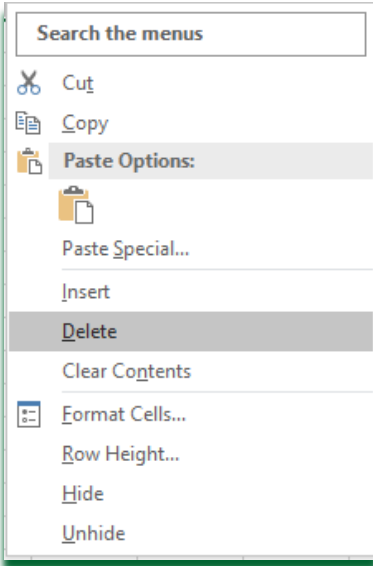
İkinci yöntem ise şöyledir: Yeni satırın ekleneceği satır seçildikten sonra, seçilen satıra sağ tıklanır ve açılan açılır menüden **Insert (Ekle)** seçeneği seçilir (bkz. Şekil 2.27).





Şek. 2.27

Yeni bir sütun ekleme işlemi, yeni satır ekleme işlemiyle aynıdır; tek fark, standart araç çubuğundan seçim yapıldığında açılır menüden **Insert Sheet Columns (Sayfa Sütunları Ekle)** seçeneğinin seçilmesidir.



Bir satır veya sütun silmek için, öncelikle silinmek istenen satırın numarası ya da sütunun harfi tıklanarak seçim yapılır.

Daha sonra, seçilen satıra ya da sütuna fareyle sağ tıklanır ve açılan menüden **Sil (Delete)** komutu seçilir (bkz. Şekil 2.28). Silme işleminden sonra, satır numaraları ve sütun harfleri otomatik olarak yeniden düzenlenir.

Şek. 2.28

Ayrıca, satır ve sütun silme işlemi **Home (Giriş)** menüsündeki standart araç çubuğundan da yapılabilir. Bu durumda, **Delete (Sil)** alt menüsünden. **Delete Sheet Rows (Çalışma Sayfası Satırlarını Sil)**

2. Microsoft Excel'de Belgelerle Çalışma

ya da **Delete Sheet Columns (Çalışma Sayfası Sütunlarını Sil)** seçeneklerinden uygun olanı seçilir (bkz. Şekil 2.29).



Şek. 2.29



1. Excel tablosuna sütunlar nasıl eklenir?
2. Excel tablosuna satırlar nasıl eklenir?



Alıştırımlar:

1. Sınıftaki tüm öğrenciler alfabetik sıraya göre satırlara yazılacak şekilde bir tablo doldurulmalıdır. Tabloya yeni bir öğrenci eklenmelidir. Sütunlara ise okutulan dersler yazılmalıdır. Yeni öğrencinin seçmeli dersi de tabloya eklenmelidir.

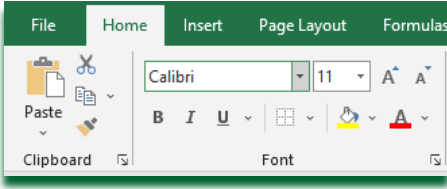


- ✓ Yeni sütun, imlecin bulunduğu sütunun soluna eklenecektir; bu işlem diğer sütunların sağa kaymasına neden olur.
- ✓ Yeni satır, imlecin bulunduğu satırın önüne eklenir; diğer satırlar aşağı kaydırılır.

2.8 Tabloların, Sütunların ve Satırların Biçimlendirilmesi

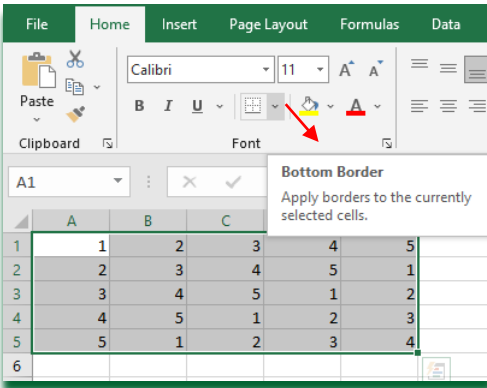
Çalışma sayfasında tablo biçimlendirmesi denildiğinde; hücrelerin, satırların, sütunların veya belirli alanların genişlik, yükseklik, renk veya yazı tipi açısından formatlanması anlaşılır.

Ayrıca, tabloları biçimlendirirken **Excel**'in sunduğu bazı araçlar da kullanılabilir. Örneğin; tablonun kenarlıklarının seçimi, yazı tipi stili ve boyutu, hücrelerin rengi, hücre içindeki metnin rengi gibi seçenekler. Bu değişiklikler hücreye veri girilmeden önce veya veri girdikten sonra yapılabilir.



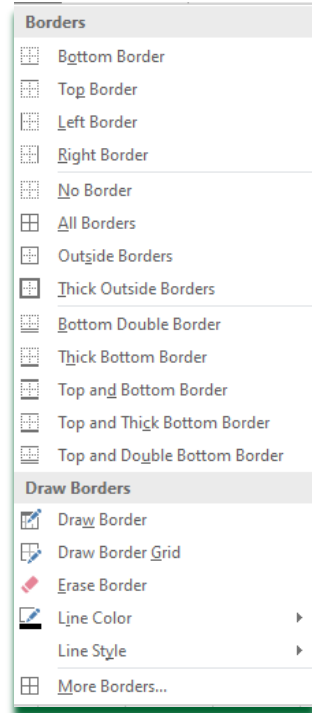
Tüm bu işlemler, **Home (Giriş)** menüsündeki standart araç çubuğundan **Font (Yazı Tipi)** alt menüsüne erişilerek gerçekleştirilebilir.

Hücelere girilen veriler seçildikten sonra, **Font** alt menüsündeki **Bottom Border (Alt Kenarlık)** seçeneği kullanılarak tablo biçimlendirmesi yapılabilir (bkz. Şekil 2.30).



Şek. 2.30

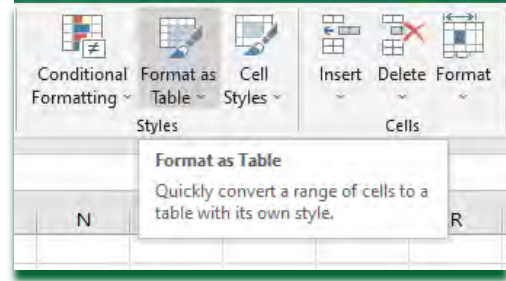
Tablonun dış sınırları ve tablo içindeki satır ile sütunların sınır çizgileri için bir seçim penceresi açılır.



Şek. 2.31

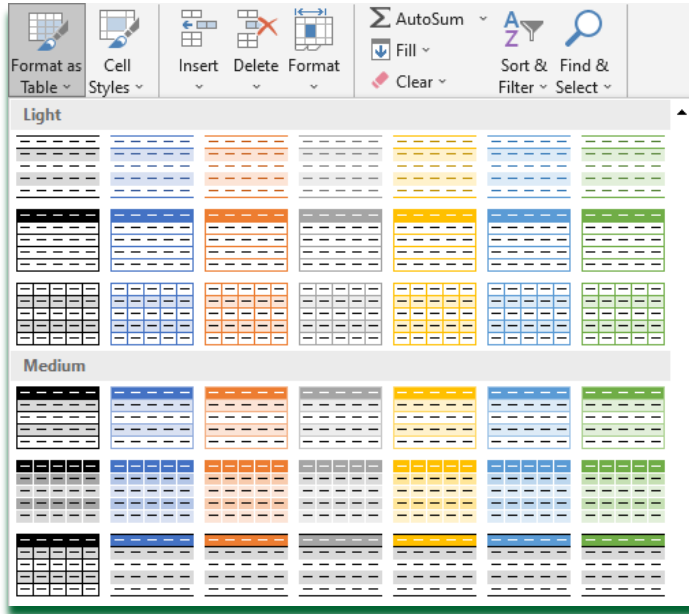
2. Microsoft Excel'de Belgelerle Çalışma

Veri girilen tablonun biçimlendirilmesinde ikinci yöntem ise, **Home (Giriş)** menüsündeki standart araç çubuğundan **Styles (Stiller)** alt menüsüne giderek **Format as Table (Tablo Olarak Biçimlendir)** seçeneğinin seçilmesidir (bkz. Şekil 2.32).



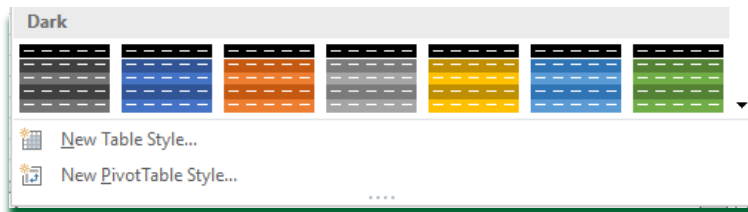
Şek. 2.32

Bu işlemle birlikte, tablonun tasarımını seçebileceğiniz yeni bir pencere açılır (bkz. Şekil 2.33).



Şek. 2.33

Sunulan tasarımlar arasından seçim yapmak istemiyorsanız, listenin en altında **New Table Style (Yeni Tablo Stili Oluştur)** seçeneği bulunur (bkz. Şekil 2.34).

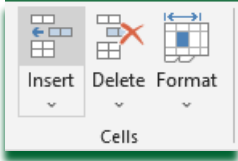


Şek. 2.34

2.9 Sütun ve Satır Biçimlendirme

Bir sütunun ya da satırın genişliği belirlendiğinde, aslında o sütundaki ya da satırdaki tüm hücrelerin ne kadar geniş veya yüksek olacağı belirlenmiş olur. Genişlik ayarının yapılması gereklidir çünkü Excel, hücreye girilen metin hücreden daha uzunsa, metni tam olarak göstermez. Eğer hücreye girilen veri bir sayıysa ve hücre dar olduğu için görüntülenemiyorsa, Excel hata bildirimini olarak hücreyi "####" işaretiyle doldurur. Hücre genişletildiğinde bu işaret kaybolur ve sayı düzgün şekilde görüntülenir.

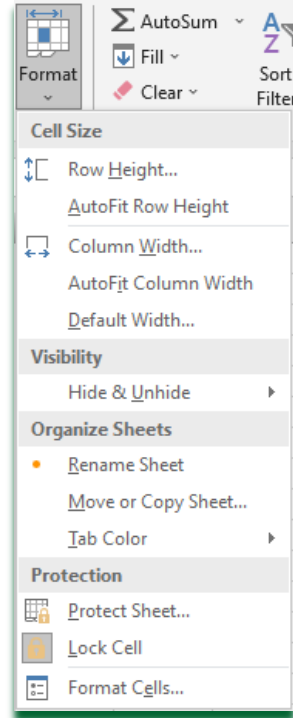
Sütun genişliğini ve satır yüksekliğini hassas bir şekilde ayarlamak, açılan diyalog pencereleri aracılığıyla mümkündür.



Sütun genişliğini ve satır yüksekliğini değiştirme işlemi, **Home (Giriş)** menüsündeki **Cells (Hücreler)** alt menüsünde yer alan **Format (Biçim)** seçeneğiyle yapılır. Bu işlem bir açılır menü penceresini açar (bkz. Şekil 2.35).

Sütun ve satır biçimlendirmesi; satırlar için **Row Height (Satır Yüksekliği)**, sütunlar için ise **Column Width (Sütun Genişliği)** seçenekleri kullanılarak yapılır.

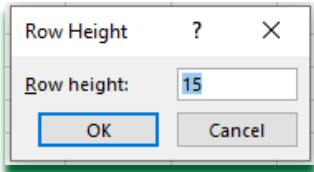
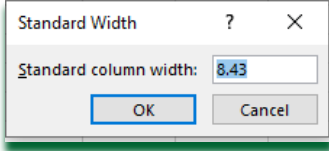
Bir sütunun genişliğini değiştirmeden önce, öncelikle o sütun seçilmelidir (örneğin A sütunu). Ardından **Column Width (Sütun Genişliği)** seçeneği seçilir ve veriyle uyumlu bir genişlik girilebilecek yeni bir pencere açılır. Açılan bu diyalog kutusuna 1 ile 255 arasında bir sayı girilebilir. Bu sayı, standart yazı karakteriyle kaç karakterin hücreye sığabileceğini ifade eder.



Şek. 2.35

2. Microsoft Excel'de Belgelerle Çalışma

Eğer **AutoFit Column Width** (Sütun Genişliğini Otomatik Ayarla) seçeneği seçilirse, tablodaki seçili bölüm otomatik olarak en uygun genişliğe ayarlanır. Eğer yalnızca bir hücre seçilirse, o hücrenin bulunduğu tüm sütun, seçilen hücreye göre en uygun genişliğe ayarlanır.



Default Width / Standard Width (Varsayılan Genişlik / Standart Genişlik) seçeneğinde ise, sütunun genişliği standart bir değere ayarlanır. Önerilen standart genişlik değeri 8,43 karakterdir.

Hücre yüksekliği ise çok daha nadiren değiştirilir, çünkü Excel genellikle gerekli satır yüksekliği ayarlamasını otomatik olarak yapar. Ancak yine de satır yüksekliği değiştirilmek istenirse, sütun genişliğini değiştirme yöntemiyle aynı işlem uygulanır: Tablo üzerindeki istenen satırlar seçilir ve **Format > Row Height (Biçim > Satır Yüksekliği)** menüsü üzerinden gerekli değişiklikler yapılır. Satırların varsayılan yüksekliği 15 karakter olarak belirlenmiştir.

Sütunların veya satırların genişliğini/yüksekliğini manuel olarak değiştirmek için fare imlecinin, sütun/satır başlıklarının arasındaki sınıra getirilmesi gerekir. İmleç bu durumda, iki yönlü ok işaretine sahip bir çizgiye dönüşür. Sütun genişliğini ayarlamak için, sütun başlığının sağ sınırı kullanılır. Satır yüksekliğini ayarlamak için, satır numarasının alt sınırı kullanılır.

Sınır fareyle sürüklenerek hücrelerin istenilen boyuta getirilmesi sağlanır. Eğer bu sınıra çift tıklanırsa, Excel ilgili sütun ya da satırın genişliğini/yüksekliğini, içindeki en uzun ya da en yüksek içeriğe göre otomatik olarak ayarlar. Birden fazla sütunun veya satırın genişliğini/yüksekliğini aynı anda değiştirmek istenirse, bunların birlikte seçilmesi gerekir.



ayarlanır?

3. Sütun genişliklerini ve satır yüksekliklerini keyfi olarak değiştirme prosedürünü açıklayın.



Alıştırmalar:

1. Bir çalışma kitabında C sütununun genişliği 10 karakter olarak biçimlendirilsin ve 3. satırın yüksekliği standarttan 20 karaktere değiştirilsin.
2. Bir çalışma kitabında, elektrik teknisyeni enerji bölümünün üçüncü sınıfında okutulan derslerin girileceği bir tablo biçimlendirilsin; sütun genişlikleri isteğe bağlı olarak değiştirilsin.
3. Egzersiz 2’de oluşturulan tabloya, kendi notlarını gireceğin bir satır eklensin.
4. Egzersiz 3’teki tabloya, ortalama notunu hesaplayacak formülün yazılacağı bir sütun eklensin.



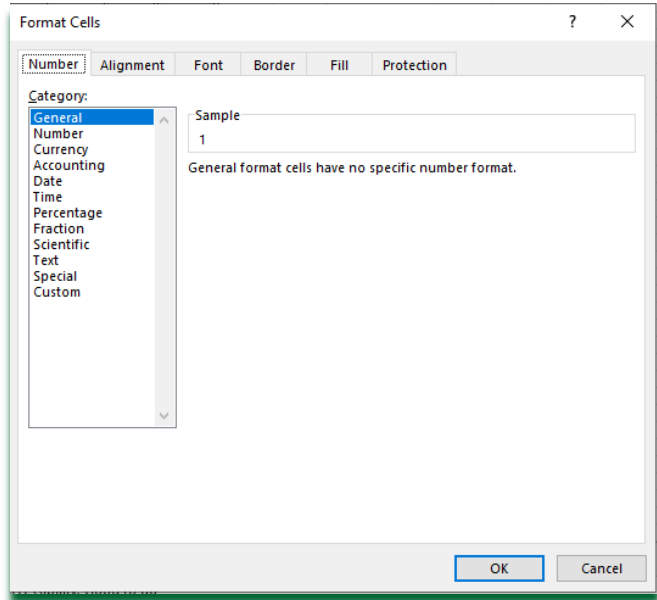
- ✓ **Girilen veriler hücrelerde seçilir ve Font alt menüsündeki Bottom Border seçeneğiyle tablo biçimlendirilir.**
- ✓ **Sütun ve satırların biçimlendirilmesi, satırlar için Row Height, sütunlar için Column Width seçenekleriyle yapılır.**
- ✓ **Birden fazla sütun veya satırın genişlik/yükseklik değiştirilmesi gerektiğinde, bunlar birlikte seçilmelidir.**

2.10 Hücrede Veri Konumlandırma

İçeriğin yanı sıra, her hücreyi karakterize eden bir biçimlendirme vardır ve bu biçimlendirme, bazı özellikleri öne çıkarmayı amaçlar. Örneğin, tablonun başlığı farklı bir yazı tipi, yazı tipi stili veya arka plan rengi ile işaretlenmelidir; satırlar daha iyi görünürlük için farklı renklendirilebilir; sayılar belirli bir ondalık basamağa sahip olabilir, hücredeki metin hücrenin belirli bir bölümüne hizalanabilir vb. Tüm bunlar belirli bölümlere dikkat çeker ve içeriğin okunabilirliğini ve anlaşılmasını kolaylaştırır.

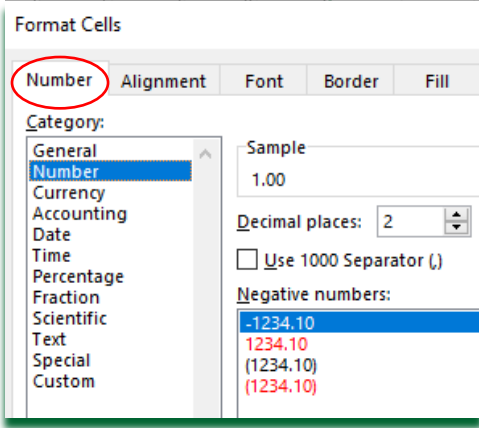
Genellikle, yazdığımız sayılar hücrenin sağ tarafına, metin ise hücrenin sol tarafına hizalanır. Ancak, verilerin bir hücrede, birkaç hücrede veya üzerinde çalıştığımız tablodaki tüm hücrelerde farklı şekillerde konumlandırılmasının başka yolları da vardır.

Girilen veriler kolayca biçimlendirilebilir, yani hücredeki görünüşleri ve şekilleri değiştirilebilir. Bunun için biçimlendirilecek hücre/hücreler seçilir ve ardından fare sağ tuşuna basılarak "**Format Cells**" (**Hücreleri Biçimlendir**) seçeneği seçilir. Bu komutla, sayılar, hizalama, yazı tipi, kenarlıklar, dolgu ve hücre koruması gibi ayarların yapılabileceği bir pencere açılır (Şekil 2.36).



Şek. 2.36

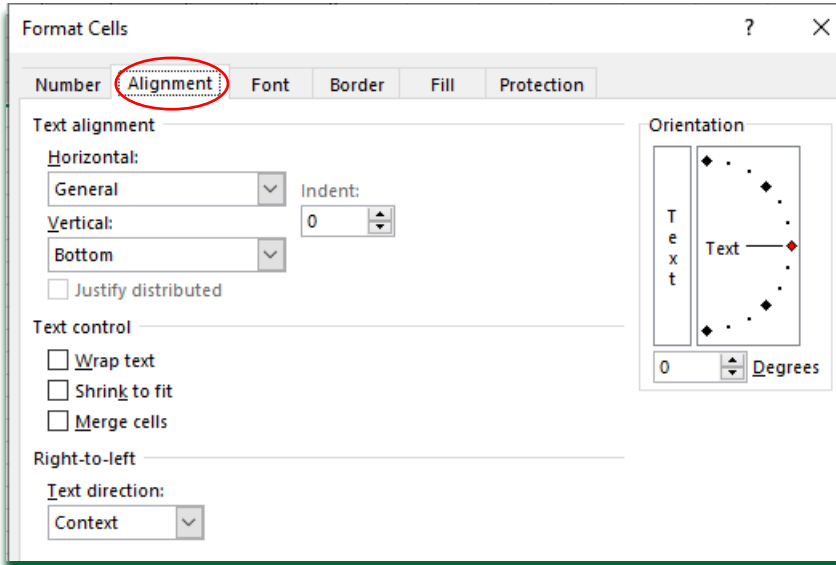
Aynı pencereye, biçimlendirilecek hücre seçildikten sonra **Ctrl+1** klavye kısayolu kullanılarak da ulaşılabilir.



“**Number**” (**Sayı**) alanına tıklanarak girilen sayı formatlanabilir. Birçok seçenek sunulur; sayı belirli bir ondalık basamak sayısı ile gösterilebilir, tarih ya da para birimi olarak da biçimlendirilebilir.

Şek. 2.37

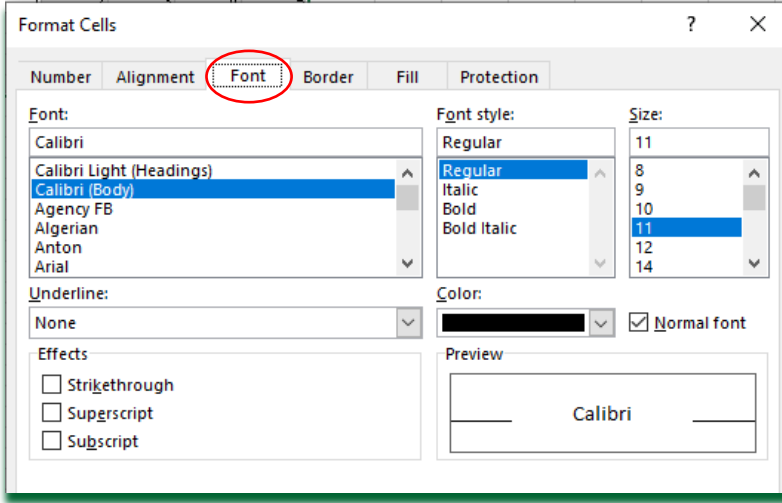
Aşağıdaki **Alignment** (**Hizalama**) alanı, girilen verilerin konumlandırılmasını sağlar. Birçok seçenek sunulur; örneğin metnin hücre içinde konumu (sol - **Left**, sağ - **Right**, ortada - **Center**, her iki yana yaslama - **Justify**, üstte - **Top**, altta - **Bottom**), metnin hücre içinde belirli bir alana yerleştirilmesi, hücre boyutlarının girilen metne göre otomatik ayarlanması (**Wrap text**) gibi seçenekler mevcuttur.



Şek. 2.38

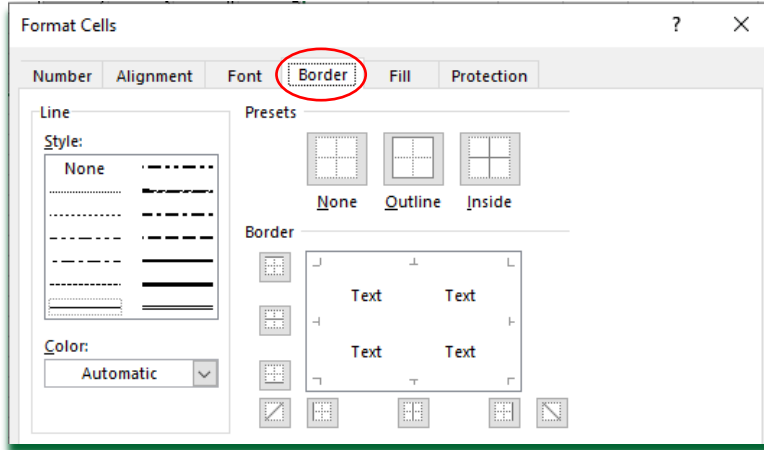
2. Microsoft Excel'de Belgelerle Çalışma

Yazı tipi (Font) alanına tıklanarak, yazı tipi, harflerin büyüklüğü, harflerin stili ve bazı efektler seçilebilir (şekil 2.39).



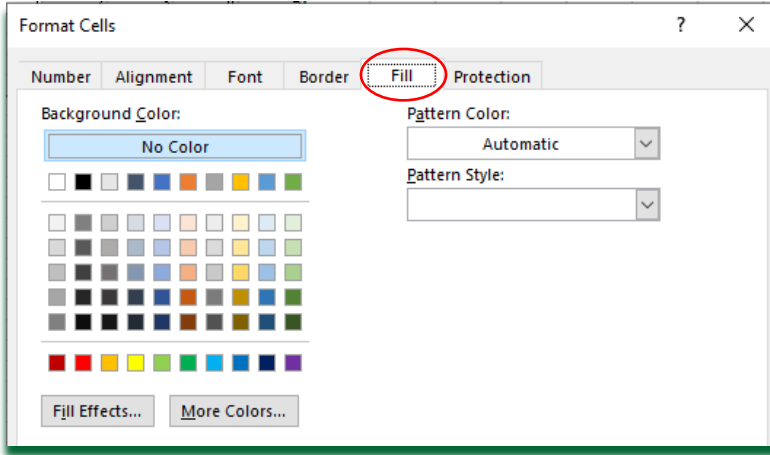
Şek. 2.39

Hücrelerin kenarlık şekillerinin seçimi, önceden seçilmiş hücrelerde **Border (Kenar)** alanından sunulan seçeneklerden biri seçilerek yapılır (şekil 2.40).



Şek. 2.40

Her hücrenin arka planı, bir renk paletinden seçim yapılarak boyanabilir veya **Fill (Doldurma)** alanında bulunan sunulan seçenekler arasından bir doku seçilerek desen verilebilir.



Şek. 2.41

Son alan (**Protection - Koruma**), hücrelerin korunması ile ilgili seçenekleri içerir, ancak bunlar yalnızca çalışma sayfası koruması zaten etkinleştirilmişse çalışır.



1. **Excel** tablosunda bir hücredeki veriler hangi komutla formatlanır?
2. **Format Cells** penceresindeki hangi seçenekle **Excel** tablosundaki bir hücreye arka plan eklenir?
3. Bir hücredeki verinin dikey olarak ayarlanması için formatlama prosedürünü açıklayın.



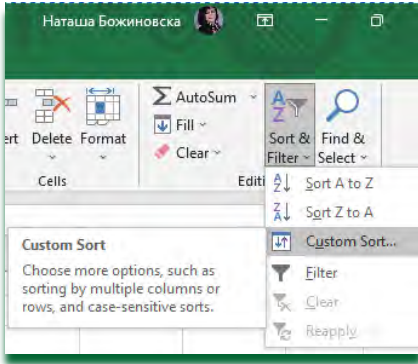
Alıştırmalar:

1. Verilen resme göre bir tablo oluşturun. Tablo başlığı seçilip **Wrap text (Metni kaydır)** seçeneği uygulanmalıdır. "İsim ve Soyisim" başlığının font büyüklüğü 14 olarak ayarlanmalıdır. Diğer verilerin font büyüklüğü 11 olmalıdır. **B4**, **C6**, **D6** ve **E4** hücrelerine çerçeve eklenmelidir. Hücreler ve veriler, resme göre renklendirilmelidir.

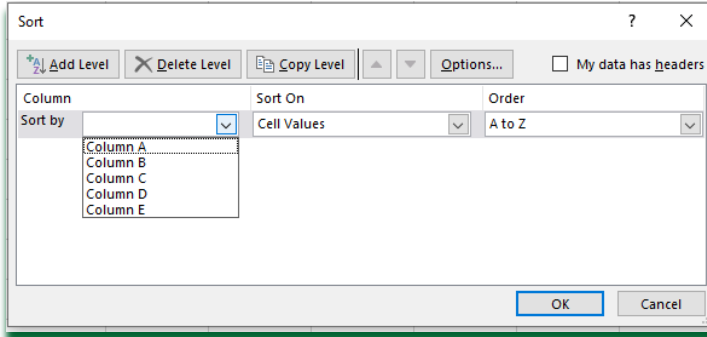
	A	B	C	D	E	F
1						
2		име и презиме				
3		Илија			Митов	
4		Екрем	Јанева			
5			Васиќ	Елена		
6		Селими				Искра
7						

2.11 Veri sıralama

Veri sıralama, veri analizinin önemli bir parçasıdır. Sıralama ile veriler belirli bir kritere göre düzenlenir. Örneğin, isim listesini alfabetik sıraya göre düzenlemek, en yüksekten en düşüğe doğru ürün stok miktarını listelemek veya satırları renklerine göre sıralamak gibi. Veri sıralama, iyi bir görselleştirme sağlar, daha iyi organize eder ve ihtiyaç duyulan verileri daha hızlı bulmayı kolaylaştırır. Bu şekilde, tablodaki veriler daha görünür hale gelir. Veriler, metinsel veriler için A'dan Z'ye veya Z'den A'ya, sayısal veriler için en büyükten en küçüğe veya tam tersi şekilde sıralanabilir.



Düzenleme biçimlendirme şeridinden **Sort&Filter** alanını seçerek, bir açılır menü elde edilir. Buradan **Custom Sort** seçeneği seçilir. Bu sayede, tablo verilerinin sıralanması için bir kriter seçilebileceği bir yeni pencere açılır (Şekil 2.42).



Şek. 2.42

Sıralama yapmak için **Sort by** açılır listesinden bir sütun başlığı seçilir.

Sıralama şekli için **Order** açılır listesinden seçilir:



- Artan (**A to Z** metin veya **Smallest to Largest** sayısal veriler için) veya



- Azalan (**Z to A** metin veya **Largest to Smallest** sayısal veriler için) sıralama.

Eğer veriler tablosu sütun başlıkları içeriyorsa, bu başlıklar sıralanmamalıdır, bu nedenle **My data has headers** alanı onaylanmalıdır, ardından bir sütun başlığı seçilir ve kriterler belirlenir. Sıralama kriterleri belirlendikten sonra **OK** düğmesine tıklanır. Kriter, **Delete Level** düğmesine tıklanarak silinir.

Şekil 2.43 a)'da 10 öğrencinin mazeretli, mazeretsiz ve toplam devamsızlık sayılarıyla ilgili veriler yer almaktadır. Şekil 2.43 b)'de ise, verilerin "Toplam devamsızlık" sütununa göre küçükten büyüğe sıralanmasına örnek verilmiştir.

Sıra No	Öğrencinin Adı	Mazeretli	Mazeretsiz	Toplam
1	Marko A.	33	3	36
2	Angel B.	8	/	8
3	Krumislav B.	4	1	5
4	Samuil V.	58	6	64
5	Marija V.	10	1	11
6	Melik V.	35	5	40
7	Riste G.	34	1	35
8	Aleksandra D.	16	2	18
9	Angela D.	7	3	10
10	Vladimir Gj.	31	3	34

a)

Sıra No	Öğrencinin Adı	Mazeretli	Mazeretsiz	Toplam
3	Krumislav B.	4	1	5
2	Angel B.	8	/	8
9	Angela D.	7	3	10
5	Marija V.	10	1	11
8	Aleksandra D.	16	2	18
10	Vladimir Gj.	31	3	34
7	Riste G.	34	1	35
1	Marko A.	33	3	36
6	Melik V.	35	5	40
4	Samuil V.	58	6	64

b)

Şek. 2.43

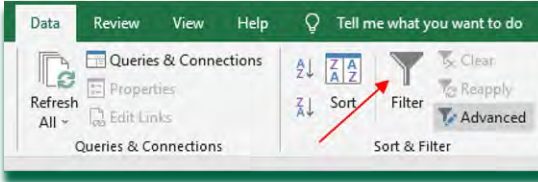


Aahtar kelmimeler: **Veri Sıralama**

2.12 Verilerin Otomatik Filtrelenmesi

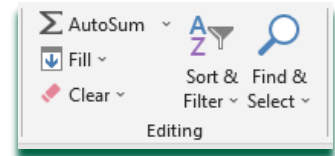
Microsoft Excel'in yerleşik filtre özelliği, belirli bir koşulu karşılayan verileri listeden kolayca bulmayı sağlar. Örneğin, sadece erkek öğrenciler, 2006 doğumlular, veya sadece başarılı öğrenciler gibi okul öğrenci veritabanından istenilen veriler filtrelenebilir. Filtreleme, aslında sadece belirli verilerin gösterilmesi, koşulu karşılamayan diğer verilerin gizlenmesi anlamına gelir.

Filtreyi etkinleştirmek için, tablo içindeki herhangi bir hücreye



tıklanır ve ardından Menüden **Data** sekmesine gidilir. Oradaki **Sort & Filter** araç çubuğunda bulunan **Filter** alt menüsüne tıklanır.

Filtre ayrıca **Home** menüsünden de etkinleştirilebilir. Burada, düzenleme araç çubuğu olan **Editing** kısmında yer alan **Sort & Filter** menüsüne tıklanır ve açılan listeden **Filter** seçilir.



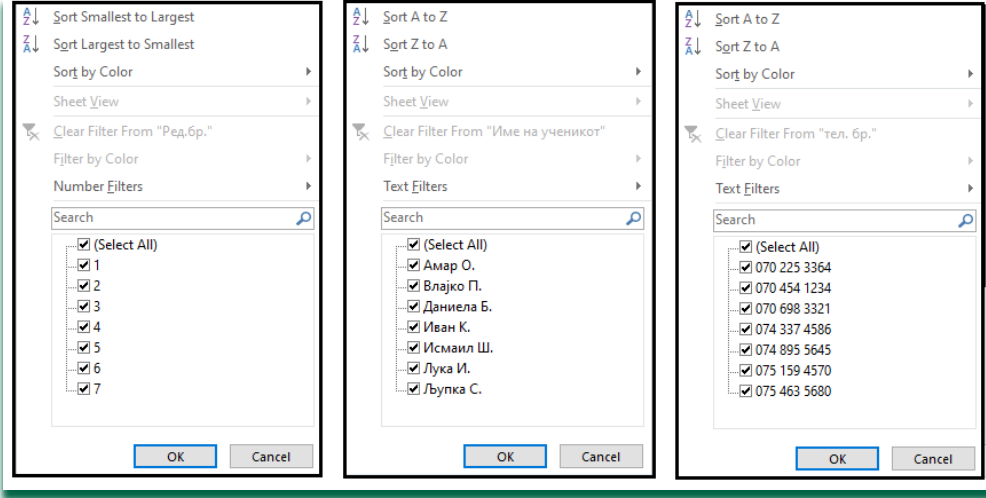
Sıra No	Öğrencinin Adı	tel no.
1	Daniela B.	070 225 3364
2	Luka I.	074 895 5645
3	Ivan K.	070 454 1234
4	Amar O.	075 159 4570
5	Vlajko P.	074 337 4586
6	Ljupka S.	075 463 5680
7	Ismail Ş.	070 698 3321

Filtre etkinleştirildiğinde, tablodaki her hücrede ok işaretli kare şeklinde simgeler görünür.

Filtrelemek istediğimiz sütunun ok simgesine tıkladığımızda, o sütundaki tüm mevcut değerlerin listelendiği bir menü açılır. Burada istediğimiz değerleri seçebilir veya gizlemek istediğimiz değerlerin işaretini kaldırabiliriz. Filtreleme işlemi, "OK" butonuna tıklanarak tamamlanır.

Şek. 2.44

Şekil 2.45'te ise her sütundaki ok simgesine tıklanarak açılan üç menü sırasıyla gösterilmektedir.



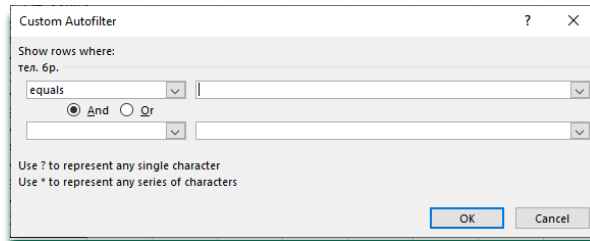
Şek. 2.45

Ek bir koşul belirlemek için filtre seçilir (metin için, sayılar için, tarih için) ve açılan ek listeden uygun operatör seçilerek koşul tamamlanır. Örneğin, telefon numaraları sütununda belirli bir operatöre ait numaralar (belirli rakamlarla başlayan numaralar) filtrelenebilir.

Otomatik filtre, "And" modu etkinleştirildiğinde, sütundaki verileri aynı anda iki koşula göre filtreleyebilir.

Kolondaki gereksiz değerler kaldırılarak ve kendi otomatik filtresi (**Custom Auto Filter**) ile ek parametreler kullanılarak, ilgili alanlara herhangi iki değer seçilebilir ve aşağıdaki parametreler uygulanabilir:

- ❖ eşit olan...
- ❖ eşit olmayan...
- ❖ büyük olan...



Şek. 2.46

2. Microsoft Excel'de Belgelerle Çalışma

- ❖ küçük olan...
- ❖ büyük veya eşit olan...
- ❖ küçük veya eşit olan...
- ❖ ile başlayan...
- ❖ ile başlamayan...
- ❖ ile biten...
- ❖ ile bitmeyen...
- ❖ içeren...
- ❖ içermeyen...

Farklı sütunlara birden fazla filtre uygulanabilir. Filtreyi kaldırmak ve tüm verileri tekrar görüntülemek için **Data** menüsündeki **Filter** alt menüsüne tıklanır. Filtre kapatıldığında, hücrelerdeki oklar kaybolur.



1. **Excel** tablosunda veri sıralama yöntemi hangi sekmeden seçilir?
2. **Excel** tablosunda veri filtresi nasıl etkinleştirilir?
3. Otomatik filtre nasıl kapatılır? Açıklayınız.



Alıştırmalar:

1. Paralel sınıftaki öğrencilerin verilerinden oluşan bir tablo oluşturulsun. Veriler, öğrencilerin cinsiyetine, doğum yerine ve başarı durumuna göre filtrelensin.



- ✓ **Sıralama yapılırken veriler belirli bir kritere göre düzenlenir.**
- ✓ **Microsoft Excel'in yerleşik filtresi, belirli bir koşulu karşılayan listedeki verilerin bulunmasını kolaylaştırır.**

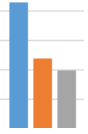
2.13 Grafikler

Grafikler, verilerin görsel olarak sunulmasını sağlar. Değerlerin veya noktaların sütunlar, çizgiler, işaretler, alanlar ya da pasta dilimleri şeklinde gösterildiği farklı grafik türleri vardır. Grafik üzerindeki bu noktalar, kendine özgü renkler veya desenler ile tanınan seriler halinde gruplanır. Kullanılacak grafik türü, gösterilecek veri türüne bağlıdır. Bir belgeye grafik eklemek, görsel bir açıklık sağlar ve verilerin daha net, daha ilgi çekici ve çok daha kolay incelenip anlaşılmasını sağlar. Ayrıca, birden fazla veri grubunun karşılaştırılmasını mümkün kılar.

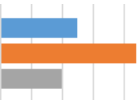
Grafiklerin temel grupları:



Pasta (Pie) grafikler bütünün parçaları arasındaki ilişkiyi göstermek için kullanılır.



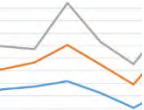
Dikey sütunlar (Columm) iki veya daha fazla değer arasındaki farkları vurgulamak için kullanılır.



Yatay çubuklar (Bar) belirli bir zamanda değerleri karşılaştırmak için kullanılır.



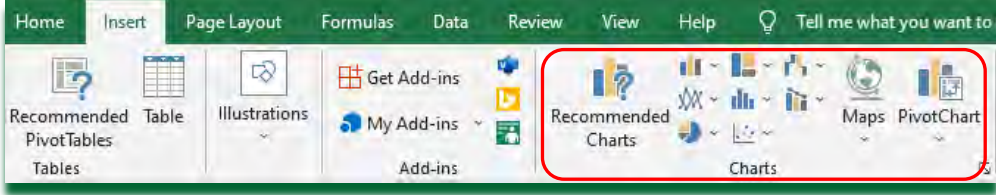
Alanlar (Area) değerlerdeki değişimlerin miktarlarını zamana göre vurgulamak için kullanılır.



Çizgiler (Line) zamanla ilgili eğilimleri ve değerlerdeki farkları vurgulamak için kullanılır.

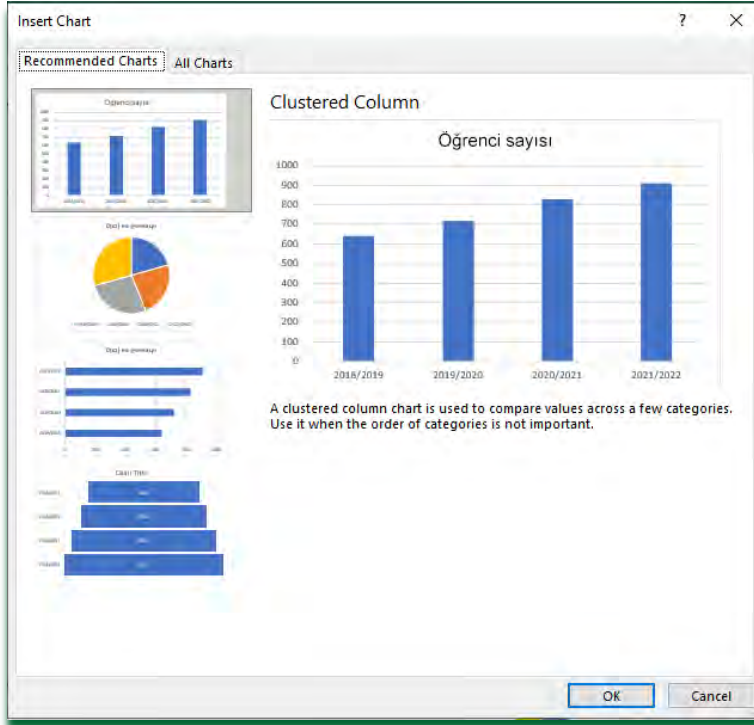
2.14 Grafik Oluşturmak

Veri görselleştirme aracı, **Insert** menüsünde bulunan **Charts** alt menüsüne tıklanarak çağrılır (şekil 2.47).



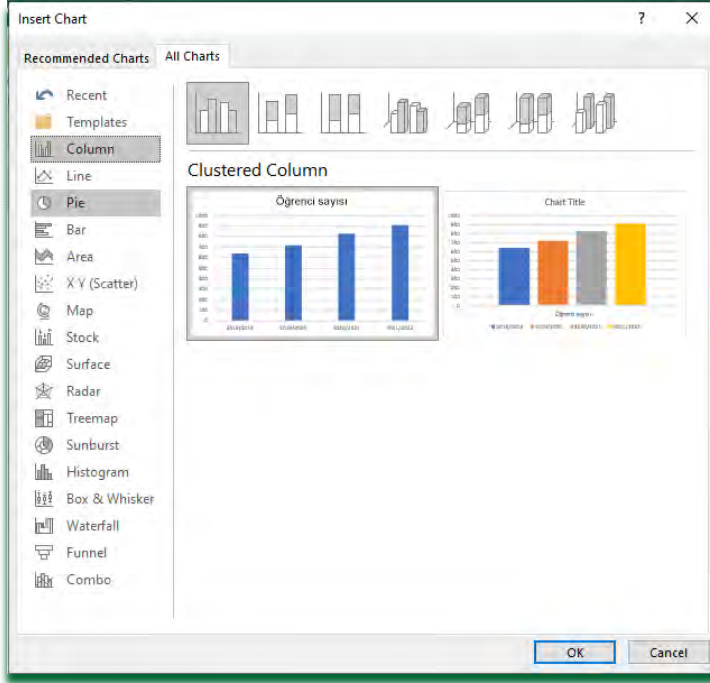
Şek. 2.47

"Öncelikle, grafik olarak gösterilecek veri hücre aralığı seçilir. Daha sonra, **Recommended Charts** (Önerilen Grafikler) butonuna tıklanarak (şekil 2.48) önerilen grafiklerin—dikey sütunlar, pasta, yatay çubuklar ve alan grafiği—görüntülediği bir iletişim kutusu açılır."



Şek. 2.48

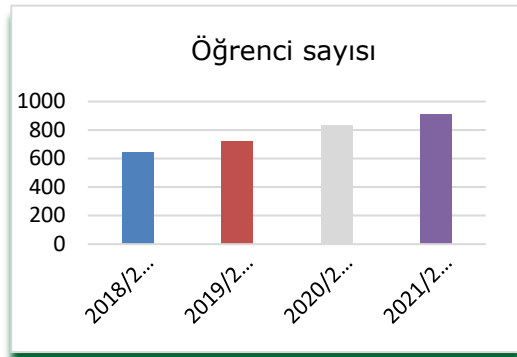
Önerilen grafiklerden seçim yapılmamışsa, o zaman **All Charts** listesinden (Şekil 2.49) gerekli grafik türü seçilir ve sağ tarafta o türe ait şekillerden biri bulunur. Bir sonraki adıma geçmek için **OK** düğmesine basılır.



Şek. 2.49

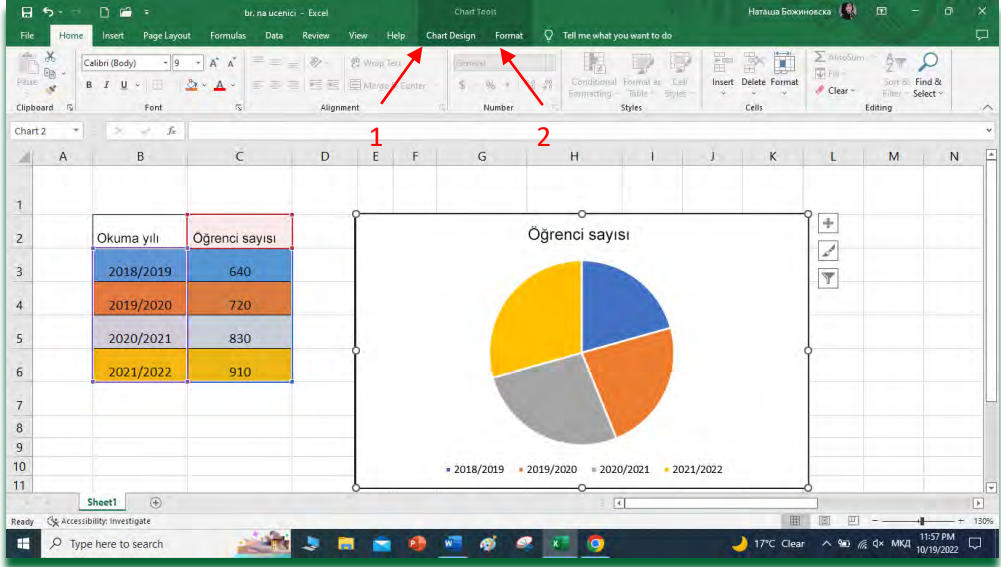
Okuma yılı	Öğrenci sayısı
2018/2019	640
2019/2020	720
2020/2021	830
2021/2022	910

Örnek: Tablodaki verilen veriler için pasta ve dikey sütunlar içeren bir grafik oluşturun!



2. Microsoft Excel'de Belgelerle Çalışma

Grafikon, bir nesne olarak, veri tablosunun bulunduğu aynı çalışma sayfasında gösterilir (Şekil 2.50).



Şek. 2.50

Bir grafik işaretlenmiş/seçilmiş olduğunda (grafik çerçevesinin kontrol noktaları görüntülenir), şeritte iki menü içeren grafik araçları etkinleştirilir: tasarım (**1-Chart Design**) ve biçimlendirme (**2-Format**), bunlar grafiklerin düzenleme ve biçimlendirme komutlarını içerir.

Tasarım menüsü:

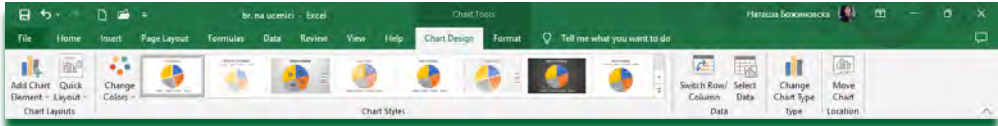
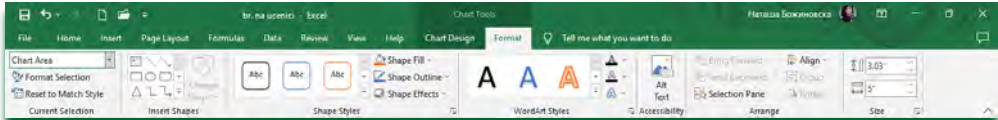


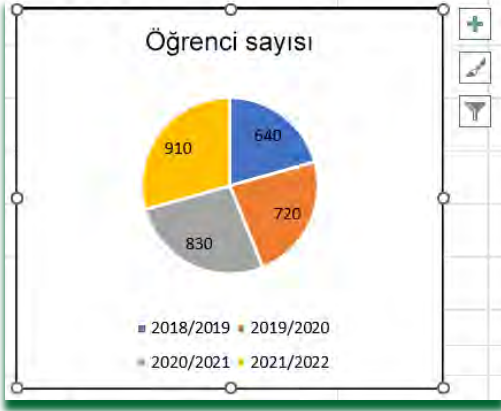
Chart Tools menüsünde, **Chart Design** menüsü aracılığıyla grafik stilini ve renkleri seçersiniz, aynı menüden **Format** biçimlendirme menüsünü de seçebilirsiniz.

Biçimlendirme menüsü:



Grafik Öğeleri

Grafik, eksenlerden, eksen başlıklarından, grafik başlığından, veri etiketlerinden, veri tablosundan, ağ çizgilerinden ve açıklamadan oluşur. Tüm öğeler ayrı ayrı biçimlendirilebilir, eklenebilir, silinebilir, taşınabilir veya boyutları değiştirilebilir. Daha sonra grafik türü de değiştirilebilir.

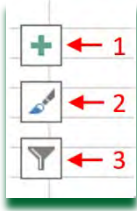


Şek. 2.51

Grafik çalışma sayfasındaki herhangi bir yere yerleştirilebilir. Grafik başlığı, grafik alanının üzerine veya içine yerleştirilebilir, başlıkların yazılacağı yazı tipleri belirlenebilir ve gerekirse gösterilen alan küçültülebilir veya büyültülebilir. Şekil 2.51'de belirtilen ayarlardan herhangi birini yapmak için, önce grafiği seçmeniz gerekir.

Bunu, her köşede ve kenarların ortasında bulunan küçük siyah daireler gösterir. Grafik, üzerine fare ile tıklanarak seçilir. Grafik boyutu, fare ile bu dairelerden birini çekerek değiştirilebilir. Grafiği taşımak için, fare işaretçisini alanın iç köşelerinden birine yerleştirin ve fare düğmesine basılı tutarak sürükleyin. Metin yazı tipi, yazı tipi listesinden seçilerek değiştirilebilir. Grafik bölümlerinin (başlık, açıklama, eksenler...) yazı tiplerini değiştirmek için üzerlerine tıklmanız gerekir, böylece yalnızca bu grafik bölümleri seçilir. Bu bölümlere çift tıklayarak ilgili iletişim kutusu açılır.

2. Microsoft Excel'de Belgelerle Çalışma



Seçilen grafiğin sağ üst köşesinde bulunan: grafik öğeleri (**1-Chart Elements**), grafik stilleri (**2-Style**) ve grafik filtreleri (**3-Filter**) düğmelerini kullanarak, grafiğe öğeler eklenebilir veya çıkarılabilir, görünümü ayarlanabilir veya grafikte gösterilen veriler değiştirilebilir.



1. Grafiğin oluşturulma sürecini açıkla.
2. **Excel** uygulamasında kullanım amacına göre hangi grafik türleri mevcuttur?
3. Grafik stili ve renkleri hangi menüden seçilir?



Alıştırılmalar:

1. Belirtilen elektrik enerjisi tüketim tablosu bir hane için oluşturulsun. Verilen verilere dayanarak dikey sütunlardan oluşan bir grafik oluşturulsun.

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L
1												
2	Bir evde elektrik enerjisi tüketimi (kWh)											
3	Ocak	Şubat	Mart	Nisan	Mayıs	Haziran	Temmuz	Ağustos	Eylül	Ekim	Kasım	Aralık
4	256	290	301	243	220	219	209	213	234	257	260	287
5												

M4 hücrelerine, yıllık ortalama elektrik tüketimini hesaplamak için bir fonksiyon eklenmelidir.



- ✓ **Belgedeki grafik, görsel bir genel bakış sağlar ve verileri daha açık, incelenmesi ve anlaşılması çok daha kolay hâle getirir.**
- ✓ **Grafik; eksenlerden, eksen başlıklarından, grafik başlığından, veri etiketlerinden, veri tablosundan, ızgara çizgilerinden ve açıklama kutusundan (legend) oluşur.**

2.15 Çalışma Sayfasında Sayfa Düzenleme

Excel'de büyük tabloların doğru şekilde yazdırılması, yapılması gereken birkaç zorunlu adımı içerir. Sayfanın nasıl görüneceğini yazdırmadan önce bize gösteren sayfa görünümü modu kullanılır. Sayfa önizleme sayesinde, yazdırmadan önce düzeltilebilecek hatalar ve sayfa kırılma noktaları fark edilebilir. Belgenin yazdırılması, Dosya menüsündeki Yazdır (**Print**) komutuyla ya da klavyeden **Ctrl+P** tuşlarıyla yapılır; bu sırada 2.52 numaralı görseldeki gibi bir pencere açılır.

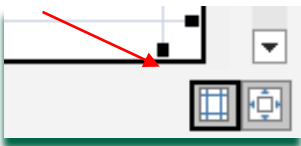
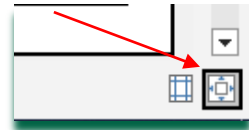
1. ve 2. sınıflar için ders programı (eğitim-öğretim yılı için)

(Kırmızı renkle 1. sınıf sınıfları, siyah renkle 2. sınıf sınıfları, mavi renkle 2. sınıf uygulamaları, yeşil renkle 1. sınıf uygulamaları ve boş ders saatleri mavi renkle yazılmıştır.)

DERS VE SINIFLAR	öfıs nr	Toplam ders saati	Sınıf idareci	Pazartesi							Salı																		
				1	2	3	4	5	6	7	1	2	3	4	5	6	7	1	2										
1 Makedonca Dili 11.3,4,5,6; 11.3,4,5	27	20	5	5	5	4	6	6	4										3	3	4								
2 Makedonca Dili 17,8,9,10 11B	40	15	/	8	7		8	10														7	10						
3 Makedonca Dili 11,2; 11.2,6,7 İngilizce Dili 110, 11B	24	18	6					2	7	6									1	6	6	1	7	2					
4 İngilizce Dili 11,2,3,4,5,6,7,8,9; Okulun Uygun Program İçerikleri 15	35	20	5	7	5	8													2	2	5	7	3	4					
5 İngilizce Dili 110, 11B	24	4	/	8	8	10	10																						
6 İngilizce Dili 11,2,3,4,5,6,7	21	14	3																					4	5				
7 Tarih 11,2,3,4,5,6,7,8,9,10	23	20	1					2	1	7	6	5	7	8	9	1									1	6			
8 Tarih 11,2,3,4,5,6,7; Vatandaşlık Bilgisi 11,7,8	43	20	/					1	8	3	7								1	2	5	6							
9 Beden Eğitimi / Spor 112,3,4,5,6,7,8	14	/	/	6	4	3	7	7	2																	2	4		
10 Beden Eğitimi/Spor 11,2,3,4,5,6,7,8,9,10; 11	22	10	1	3																							5	9	
11 Vatandaşlık Bilgisi 12,3,4,5,6	26	10	4																									4	2

Şekil 2.52

Belgenin içeriğine daha ayrıntılı bir şekilde bakılması gerektiğinde, sağ alt köşede bulunan Yakınlaştır (**Zoom**) düğmesine tıklanır.



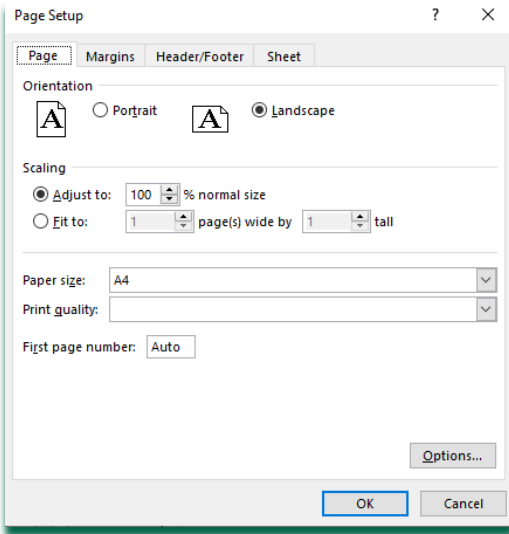
Zoom düğmesinin hemen yanında bulunan "**Show Margins**" (Kenar Boşluklarını Göster) düğmesine tıklanarak, belgenin yazdırma için kenar boşlukları ayarlanır.

2. Microsoft Excel'de Belgelerle Çalışma

Önizlemenin sol tarafında ise yazdırma ayarlarının (**Settings**) yer aldığı bölüm bulunur; burada yazdırma yöntemi seçilir:

- * tüm çalışma sayfalarını yazdırma;
- * mevcut (aktif) çalışma sayfasını yazdırma;
- * seçilen hücreleri yazdırma;
- * belirli sayfaları yazdırma.

Yazdırılacak sayfalar seçildiğinde, kopya sayısı da belirlenebilir. **Excel**'de varsayılan yazdırma ayarları, "Sayfa Yapısı" (**Page Setup**) iletişim penceresinden değiştirilebilir.



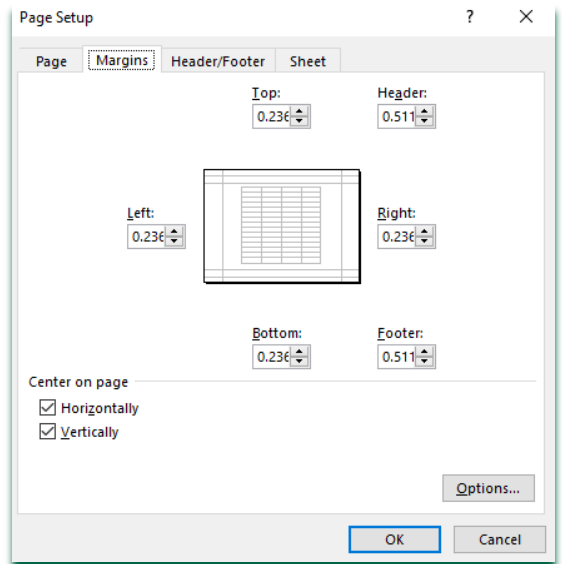
Bu pencere dört sekmeden oluşur (Şekil 2.53): Sayfa (**Page**), Kenar Boşlukları (**Margins**), Üstbilgi/Altbilgi (**Header/Footer**) ve Sayfa (**Sheet**).

Page sekmesinde belgenin yönü ayarlanır; bu yön dikey (**Portrait**) veya yatay (**Landscape**) olabilir.

Şek. 2.53

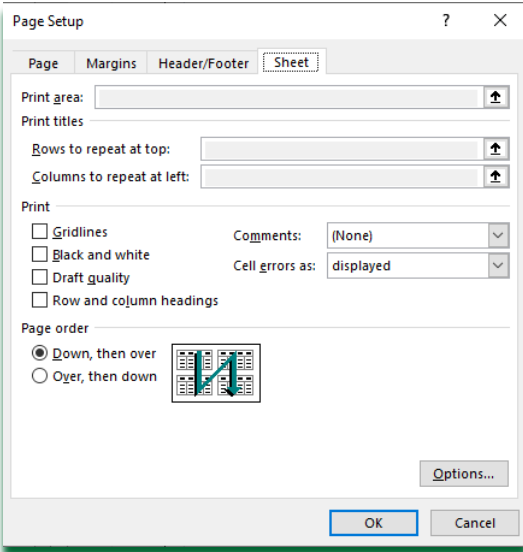
Belgenin yazdırma boyutunun küçültülmesi ya da büyütülmesi, **Scaling** bölümünde yüzde olarak yapılır. Sayfa boyutu ise **Paper size** açılır menüsünden seçilir. İlk sayfanın numarası varsayılan olarak otomatik atanır, ancak gerekirse **First page number** penceresinden değiştirilebilir.

Şek. 2.54



Margins sekmesinde, üst, alt, sol ve sağ kenar boşlukları (Şekil 2.54) yani metnin belge kenarından uzaklığı belirlenir. Ayrıca belge sayfa ortalanabilir ve üstbilgi (header) ile altbilgi (footer) ayarları yapılır.

Header/Footer sekmesinde sunulan metinlerden biri seçilebilir veya **Custom** seçeneği kullanılarak yeni metin girilebilir. Üstbilgi (**Header**) sayfanın üst kısmına, altbilgi (**Footer**) ise alt kısmına yerleştirilir. Belirlenen **Header/Footer**, çalışma kitabındaki her sayfada tekrar eder. Genellikle buraya; isim, yazar, logo, adres, tarih, saat, sayfa numarası gibi bilgiler girilir.

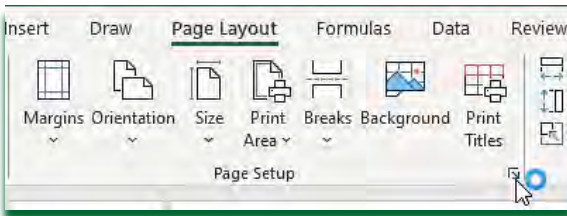


Şek. 2.55

kullanılır. Varsayılan olarak görünmezler. **Black and White** (Siyah Beyaz) seçeneği ise varsayılan olarak kapalıdır; kullanıcı çıktıların siyah-beyaz olmasını isterse bu seçenek açılmalıdır.

Sheet sekmesinde, **Print**

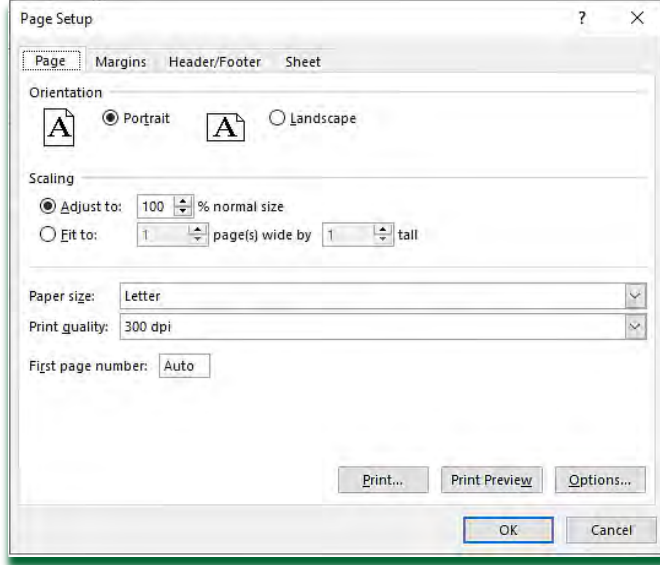
Area (Yazdırma Alanı) yazdırılacak bölge olarak tanımlanır (Şekil 2.55). Sayfanın belirli bir kısmı seçilerek sadece o bölüm yazdırılabilir. **Print Titles** seçeneği ise tüm aktif sayfalarda ortak olarak kullanılacak satır ve sütunların belirlenmesini sağlar. **Print** bölümünde yazdırılan sayfanın renk ve çözünürlüğü seçilir. **Gridlines** (ızgara çizgileri), gerekirse yazdırılan sayfada görünür hale getirilmek üzere



Sayfa düzenini değiştirmek için alternatif yöntem olarak araç çubuğundaki **Page Layout** (Sayfa Düzeni) seçeneği kullanılabilir.

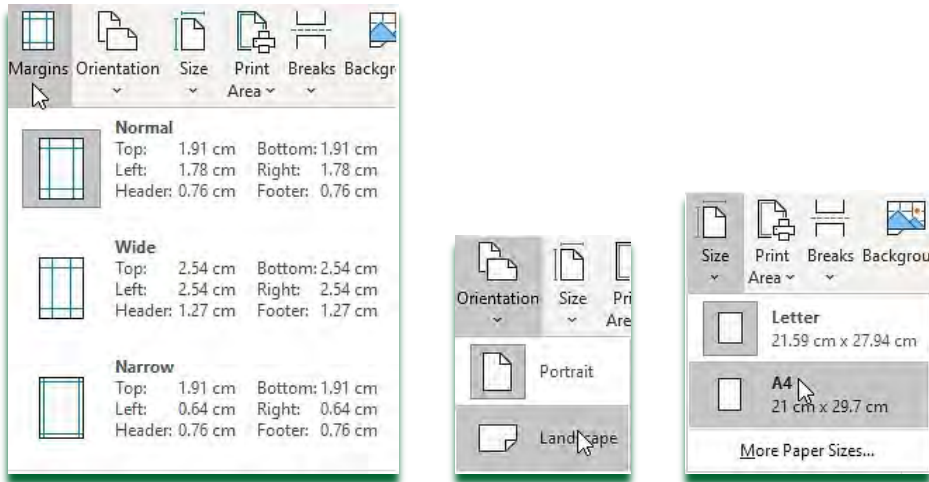
2. Microsoft Excel'de Belgelerle Çalışma

Page Setup penceresi, araç çubuğundaki sağ alt köşedeki oka tıklanarak açılır. Bu iletişim penceresinde sayfa yönü, boyutu, kenar boşlukları, üstbilgi ve altbilgi gibi ayarlar tekrar yapılabilir.



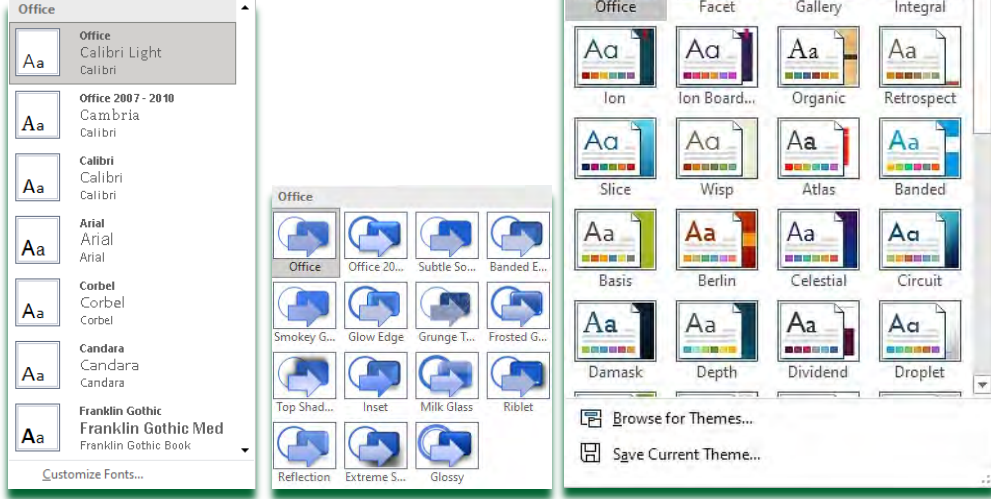
Şek. 2.56

Çalışma sayfasında sayfa düzenlemenin üçüncü yöntemi, araç çubuğunda yer alan pencerelere doğrudan erişim yoluyla yapılır.



Şek. 2.57

"Temalar (**Themes**)" grubunda, sol üst köşede erişilebilen, çeşitli temalar, renkler, yazı tipleri ve efektler seçeneği sunulmuştur; bu, Şekil 2.58'de gösterilmiştir.



Şek. 2.58



1. Çalışma sayfalarının formatlanma sürecini açıkla.
2. Metnin belge kenarından uzaklığı hangi sekmede seçilir?
3. Araç çubuğundaki Page Layout (Sayfa Düzeni) seçeneğinde hangi sayfa parametreleri seçilir?



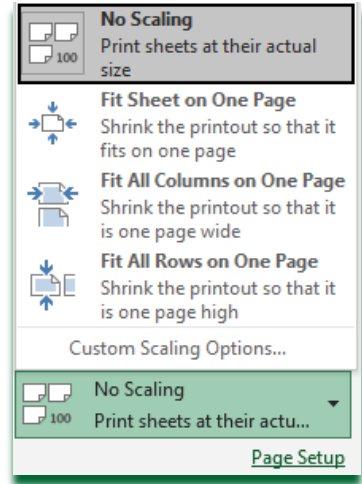
Alıştırmalar:

1. Bir çalışma sayfasında aşağıdaki parametreler ayarlansın:
 - * Tüm kenarlardan 1 cm marjın;
 - * Sayfa yönü portre (dikey);
 - * Sayfa boyutu A4;
 - * Sayfa üstbilgisi (header) ve altbilgisi (footer).

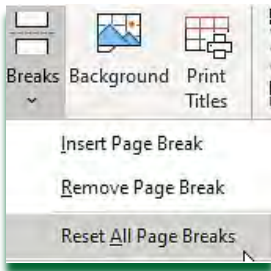
2.16 Sayfa yazdırma

Bir çalışma kitabı yazdırılırken, **Excel** sayfa boyutu, kenar boşlukları ve içeriğin kapsamına göre otomatik olarak sayfa kırılmaları yapar. Yazdırmadan önce yapılan son düzenleme, içeriğin birden fazla sayfaya mı yoksa tek sayfaya mı sığdığıdır. Mümkünse tablonun belirlenen formata sığdırılması en iyisidir. Bu, sayfa kırılma özizleme moduyla yapılabilir; burada sütun ve satır genişlikleri değiştirilebilir, sayfa kenarları sürüklenerek taşınabilir ve ek satır veya sütunlar eklenebilir. Tabloyu dinamik olarak büyütme, sınırlı kağıt alanına uyum sağlamayı mümkün kılar.

Benzer şekilde, "Sayfayı Bir Sayfaya Sığdır" (**Fit Sheet on One Page**) seçeneği ile tablo tek sayfaya sığdırılabilir. Sağdaki menüde, **Excel** çalışma kitabının tek sayfaya nasıl sığdığı özizlenir. "Ölçeklendirme Yok" (**No Scaling**) seçilirse, çalışma sayfası %100 gerçek boyutunda yazdırılır (Şekil 2.59).

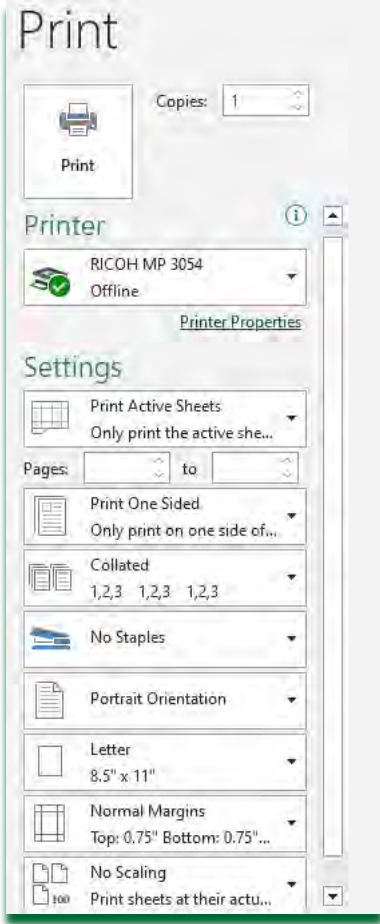


Şek. 2.59



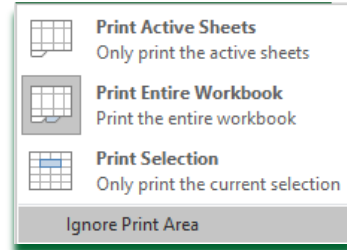
Şek. 2.60

Sayfalar arasındaki kırılmalar doğrudan da ayarlanabilir. Bunun için "Kırılmalar" (**Breaks**) seçeneği kullanılır. Yazdırma sonrasında bir sonraki sayfaya geçmesini istediğiniz satır veya sütun seçilip "Sayfa Kırılması Ekle" (**Insert Page Break**) seçildiğinde, kırılma yapılan yerde kalın bir çizgi görünür (Şekil 2.60).



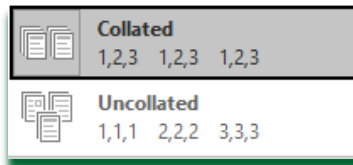
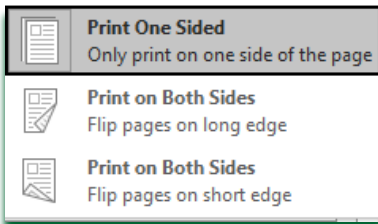
Şek. 2.61

Pages bölümünden bir veya birden fazla sayfa yazdırma seçeneği yapılır. Eğer belirli bir sayfa aralığı yazdırılacaksa, başlangıç ve bitiş sayfa numaraları girilir.




Şek. 2.62

Ayrıca, sayfanın tek veya çift taraflı (iki yüzlü) olarak yazdırılması ve çok sayfalı belgelerde sayfaların yazdırılma sırası seçilebilir, bu seçenekler Şekil 2.63'te gösterilmiştir.



Şek. 2.63

Araç çubuğundaki **File** menüsünden **Print** alt menüsü seçildiğinde veya klavyeden **Ctrl+P** komutu kullanıldığında, yazıcı seçimi için bir pencere açılır (Şekil 2.61). Öncelikle yazdırma işleminin yapılacağı yazıcı seçilir. **Copies** (Kopya Sayısı) bölümünden kaç adet çıktı alınacağı belirlenir. Eğer belge, çalışma sayfası (**Sheet**) veya grafik (**Chart**) için gerekli tüm yazdırma ayarları önceden yapılmışsa, **Print** komutu seçilerek yazdırma işlemi başlatılır. 

Sayfa ayarları ise **Settings** (Ayarlar) alanında yapılır. **Print Active Sheets** penceresi açıldığında (Şekil 2.62) neyin yazdırılacağı seçilebilir: tüm çalışma sayfaları, aktif (mevcut) çalışma sayfası veya seçili hücreler.

Bilgini kontrol et!



I. İşaretleme Soruları (Doğru cevapları işaretle)

1. Hücrenin görünümü ve içeriği hangi pencerede düzenlenir?

- A) Hücreleri Biçimlendir (Format cells)
- B) Sayfa Düzeni (Page layout)
- C) Hizalama (Alignment)

2. Aktif hücre, hangi işaretle tanınır?

- A) Kesik çizgiler
- B) Kalın çizgiler
- C) İnce gri çizgiler

3. Resimde hangi aralık seçilmiştir?

	A	B	C	D
1				
2				
3				
4				

- A) (A1:A3)
- B) (A1:C3)
- C) (C1:C3)

4. Hücreye veri girişi hangi tuşa basılarak onaylanır?

- A) =
- B) Shift
- C) Enter

5. Veri sıralama ne anlama gelir?

- A) Belirli bir koşulu sağlayan tüm verilerin gösterilmesi
- B) Verilerin belli bir kritere göre düzenlenmesi
- C) Belgenin düzenlenmesi

6. Bir sayı, başına hangi işaret konursa metin olarak değerlendirilir?

- A) ` (apostrof)
- B) %
- C) #

7. Verinin uzunluğu hücre genişliğinden büyükse, hücrede hangi işaretler görünür?

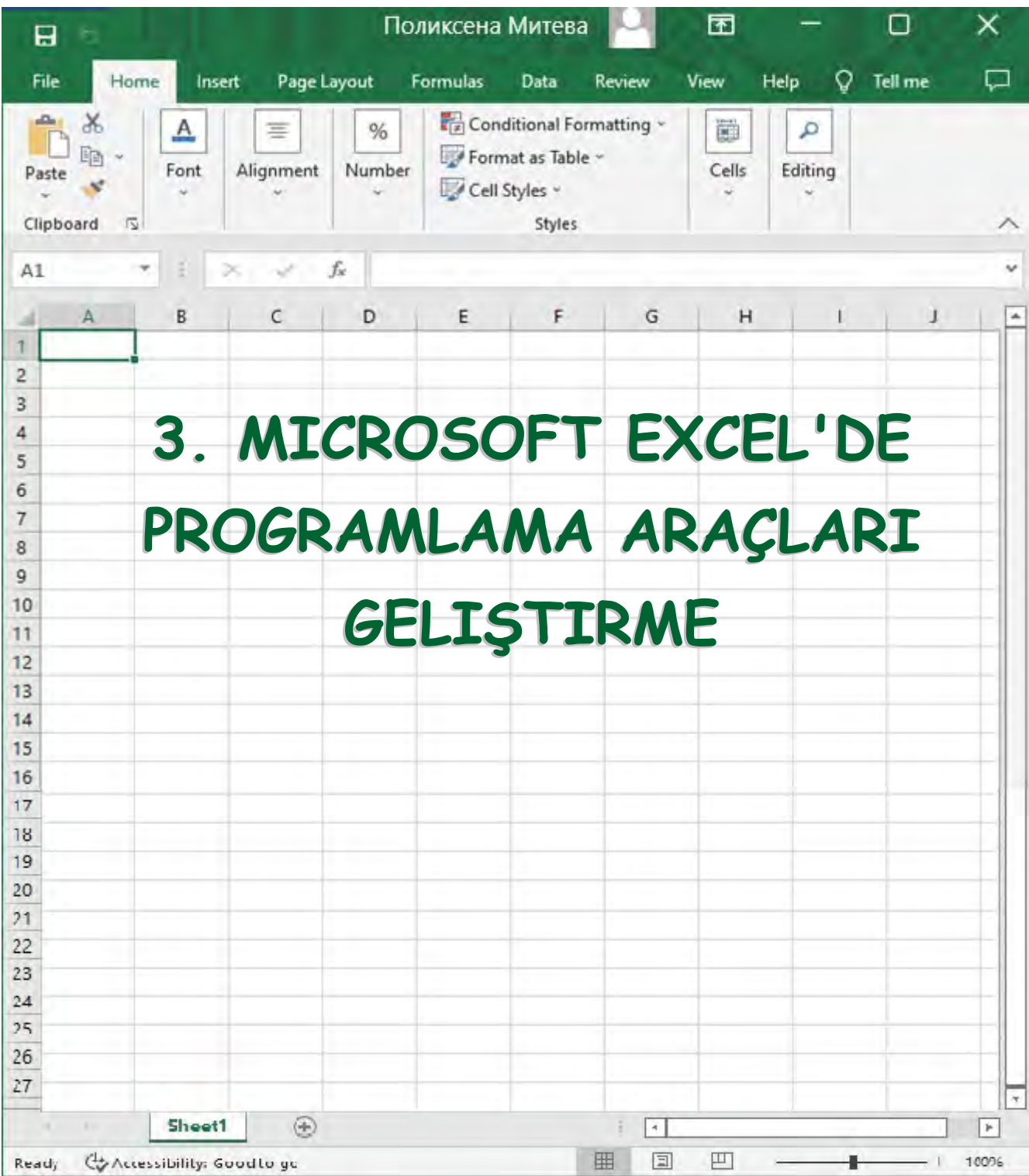
- A) xxxxxx
- B) ####
- C) -----

8. Belirli bir koşulu sağlayan liste verilerini bulma işlemi nasıl adlandırılır?

- A) Veri filtreleme
- B) Veri sıralama
- C) Veri biçimlendirme

II. Boşluk Doldurma Soruları

9. Saat ve dakika arasına konulan işaret, zaman girişi için kullanılır: _____.
(Cevap ipucu: Saat ile dakika arasındaki ayırıcı)
10. Verilerin grafiksel gösterimi için kullanılan araç, **Insert** menüsündeki _____ alt menüsü ile çağrılır.
(Cevap ipucu: Grafikle ilgili sekme adı)
11. Girilen verilerin konumlandırılmasını sağlayan alan: _____.
(Cevap ipucu: Hücre içi hizalama veya yerleşimle ilgili terim)
12. İki sayfa arasındaki sayfa kırılmaları doğrudan _____ seçeneği ile yapılabilir.
(Cevap ipucu: Sayfa kırılması ile ilgili komut)
13. Yazdırma öncesi sayfa parametreleri _____ alanında ayarlanır.
(Cevap ipucu: Ayarlar, düzenleme menüsü)
14. Hücre boyutları, girilen metne göre otomatik olarak _____ düğmesi seçili olduğunda ayarlanır.
(Cevap ipucu: Otomatik sığdırma veya boyutlandırma)



3. MICROSOFT EXCEL'DE PROGRAMLAMA ARAÇLARI GELİŞTİRME

Bu modülün içeriğini çalışarak öğrenci, aşağıdaki bilgi, beceri ve yetkinlikleri kazanacaktır:

- **Ölçüm aletlerindeki hata hesaplamalarını yapma;**
- **Ölçüm aletlerindeki hata eğrisini çizmek için**
- **Microsoft Excel kullanarak yazılım aracı geliştirme;**
- **Elektrik tesisatlarında iletkenin gerekli kesitini hesaplamak için Microsoft Excel kullanarak yazılım aracı geliştirme;**
- **Topraklama çeşitlerini ve topraklayıcıların direnç değerine etkileyen büyüklükleri ayırt edebilme;**
- **Şerit ve boru tipi topraklayıcıların topraklama direncinin hesaplanmasında kullanılan formülleri kullanma;**
- **Şerit ve boru tipi topraklayıcıların topraklama direncini hesaplamak için Microsoft Excel ile yazılım aracı geliştirme;**
- **Geliştirilen aracı kullanarak şerit ve boru tipi topraklayıcının topraklama direncini hesaplama ve elde edilen sonuçların grafiksel analizini yapma.**

3.1 Ölçme ve Ölçme Hataları



Hatırlayalım!

Ölçme, ölçülen büyüklüğün birim cinsinden sayısal değerinin elde edilmesini amaçlayan faaliyetlerin bütünüdür.

Ölçme bilimi, kullanılan yöntemler ve bu yöntemlerin doğruluğunu ve birliğini sağlayan araçlarla ilgilenen bilim dalına **metroloji** denir¹.

Fiziksel büyüklüklerin ölçülmesinde ölçü aletleri veya cihazlar kullanılır. Ölçüm cihazları, fiziksel büyüklüğün sayısal değerini teknik bir prosedür aracılığıyla dolaylı olarak belirleyen karmaşık araçlardır.

Fiziksel büyüklüklerin ölçülmesinde ölçüm hataları oluşabilir. Hiçbir ölçüm tamamen doğru değildir. Ölçüm doğruluğu; kullanılan ölçüm cihazlarının hassasiyetine, kullanılan ölçüm yöntemine, ölçümü yapan kişinin deneyimine, çevresel koşullara yani dış etkenlere bağlıdır. Doğru bir ölçüm sonucu elde edebilmek için ideal koşullar gereklidir, ancak bu koşullar pratikte nadiren sağlanabilir. Ölçüm hataları farklı nedenlerden dolayı meydana gelir, ölçümün doğruluğunu etkiler ve tamamen önlenemez.

Ölçüm hatalarının etkilerini anlamak için bu hataların çeşitli kriterlere göre sınıflandırılması gerekir.

- 1. Sistematik hatalar;**
- 2. Tesadüfi (rastgele) hatalar.**

¹ Metroloji – Yunanca metron (**μέτρον**) kelimesinden gelir, anlamı "ölçü"; ve logos (**λόγος**) kelimesinden, anlamı "bilim".

Sistemik hatalar, cihazın kusurlu veya arızalı olması, okunamayan ölçek, ayarlanmamış sıfır noktası, cihazın yanlış kalibrasyonu gibi nedenlerden kaynaklanır. Bu hatalar sabit büyüklüğe ve aynı işarete sahiptir, tekrar ederler ve sonuçların değerlendirilmesinde dikkate alınabilirler.

Tesadüfi hatalar ise ölçüm sırasında izlenen yanlış prosedür, uygun olmayan ölçüm yöntemi, cihazın hatalı kullanımı, yanlış okuma, dış etkenlerin (sıcaklık, basınç, manyetik alan etkisi) etkisiyle oluşan değişiklikler gibi nedenlerden dolayı meydana gelir. Bu hatalar, ölçüm birkaç kez tekrarlandığında veya birden fazla gözlemcinin sonuçlarının ortalaması alındığında azaltılabilir. Sistemik hatalardan farklı olarak, tesadüfi hatalar istatistiksel analiz ile değerlendirilebilir ve böylece ölçülen büyüklüğün doğru değeri belirli bir aralık içinde tahmin edilebilir.

3.2 Ölçüm Aletlerindeki Hatalar

Her ölçüm cihazı belirli bir doğruluk veya hata oranına sahiptir. **Ölçüm cihazındaki hata**, cihazın iç yapısından, kullanılan malzemeden ve üretim yönteminden kaynaklanır ve tamamen ortadan kaldırılamaz.

Ölçüm cihazındaki hata şu etkenlere bağlıdır:

- Ölçeklendirme (skala) derecelendirmesinin doğruluğu
- Yatakların ve milin kalitesi
- Yataklardaki sürtünme
- Döner parçanın dengesi
- Spiral yay kalitesi
- Ferromanyetik parçaların manyetik özellikleri, vb.

Bu faktörlerin bazıları ölçüm sonucu okunurken dikkate alınarak ölçüm hatasının etkisi azaltılabilir, fakat bazı faktörlerin etkisi belirlenemez ya da tamamen ortadan kaldırılamaz.

3. Microsoft excel'de programlama araçlari geliştirme

Ölçüm cihazlarında iki tür hata ayırt edilir:

- Mutlak hata**
- Relatif hata**

a) **Mutlak hata** - Δ ölçülen büyüklüğün değeri X_i ile gerçek veya doğru değeri X_t arasındaki farkı ifade eder. Ölçülen büyüklüğün birimleri cinsinden ifade edilir.

$$\Delta = \text{ölçülen değer} - \text{doğru değer} \dots\dots\dots(3.1)$$

$$\Delta X = X_i - X_t \dots\dots\dots(3.2)$$

Mutlak hata pozitif veya negatif işaretli olabilir ve kendi başına hatanın büyüklüğü hakkında tam bir fikir vermez.

Ya da, ölçüm cihazının yaptığı hata biliniyorsa, gerçek değer şu sınırlar içinde olacaktır:

$$X_i - \Delta \leq X_t \leq X_i + \Delta \dots\dots\dots(3.3)$$

b) Relatif hata, mutlak hatanın ölçülen büyüklüğün kesin değerine bölümüdür. Bu, boyutsuz bir sayıdır ve çoğunlukla yüzde (%) olarak ifade edilir.

$$\delta = \frac{\text{mutlak hata}}{\text{doğru değer}} \cdot 100\% \dots\dots\dots(3.4)$$

ya da,

$$\delta_x[\%] = \frac{\Delta X}{X_t} \cdot 100\% = \frac{X_i - X_t}{X_t} \cdot 100\% \dots\dots\dots(3.5)$$

Maksimum görelî hata, ölçüm cihazının ait olduğu doğruluk sınıfını temsil eder. Tablo 3.1'de ölçüm cihazlarının doğruluk sınıfları verilmiştir.

Tablo 3.1: Ölçüm cihazlarının doğruluk sınıfları

Maksimum göreceli hata (%)	±0,05	±0,1	±0,2	±0,5	±1,0	±1,5	±2,5	±5,0
Doğruluk sınıfı	0,05	0,1	0,2	0,5	1,0	1,5	2,5	5,0

Her ölçüm cihazının ölçeğinde, ölçüm sırasında oluşan hataları ve sonucu doğrudan etkileyen doğruluk sınıfı belirtilmiştir. Bu doğruluk sınıfı, cihazın "normal çalışma koşulları" altında – yani belirli sıcaklık, nem ve benzeri koşullar altında – çalıştığında geçerlidir. Doğruluk sınıfı ölçüm cihazının ölçeğinde şu üç şekilde belirtilir:

1. yalnızca sayı (örneğin: 1.0)
2. bir daire içine yazılmış sayı
3. sembolü üzerinde yazılmış sayı

Eğer doğruluk sınıfı sadece bir sayı ile gösterilmişse, o zaman bu doğruluk sınıfı aşağıdaki formül ile belirlenir:

$$\text{Doğruluk sınıfı} = \pm \frac{\Delta X}{X_{mp}} \cdot 100\% \dots\dots\dots(3.6)$$

Burada, X_{mp} ölçüm cihazının ölçüm aralığını (ölçüm alanını) temsil ederken, ΔX mutlak hatayı gösterir.

- Analog ölçüm cihazlarında mutlak hata ΔX aşağıdaki ifadeye göre belirlenir:

$$\Delta X = \pm(A\%pv + B\%mp + Cme)$$

Burada:

$A\%pv$, ölçüm cihazının gösterdiği değer yüzdesi olarak hata;

$B\%mp$, ölçüm aralığının yüzdesi olarak hata miktarı;

Cme , ölçülen büyüklüğün birimlerinde sabit hata miktarıdır.

3. Microsoft excel'de programlama araçları geliştirme

- Dijital ölçüm cihazlarında mutlak hata ΔX aşağıdaki formüle göre belirlenir

$$\Delta X = \pm(A\%pv + Cdig) \dots\dots\dots(3.8)$$

$A\%pv$ miktarı, ölçüm cihazının gösterdiği değeri ve ölçüm aralığından kaynaklanan hatayı içerirken, $Cdig$ ölçülen büyüklüğün ölçü birimlerinde, en az anlamlı rakamdan oluşan tam sayıdır.

Eğer doğruluk sınıfı daire içine alınmış bir sayı ile gösterilmişse, o zaman doğruluk sınıfı aşağıdaki formülle belirlenir:

$$\text{Doğruluk sınıfı} = \pm \frac{\Delta X}{X_t} \cdot 100\% \dots\dots\dots(3.9)$$

Burada X_t , ölçülen büyüklüğün gerçek değerini temsil eder.

Doğruluk sınıfı v , sembolünün üzerinde yazılı olan cihazlarda, bu şu şekilde belirlenir:

$$\text{Doğruluk sınıfı} = \frac{\Delta X}{\text{skala uzunluğu}} \cdot 100\% \dots\dots\dots(3.10)$$



1. Ölçümlerde hangi hatalar vardır?
2. Ölçüm hatalarının ortaya çıkma nedenleri nelerdir?
3. Ölçüm aletlerindeki hata türlerini sırala.
4. Mutlak hata kavramını tanımla. Göreli hata nedir?
5. Ölçüm aletlerinde doğruluk sınıfı nedir?



Alıştırmalar:

Ölçüm Aletlerinin Doğruluğunu Belirleme

1. Analog ampermetre ile aşağıdaki akım şiddetlerini ölçerken ölçülen değerlerin hangi sınırlar içinde olacağını belirleyin:

- a) 40 mA b) 100 mA.

Enstrüman, 0,5 doğruluk sınıfına sahiptir (daire içinde sayı olarak skala üzerinde yazılı) ve 100 mA ölçüm aralığındadır.

Çözüm: Formüle göre

$$\text{Doğruluk sınıfı} = \pm \frac{\Delta X}{X_t} \cdot 100\%$$

Elde edilir:

$$a) \quad 0,5 = \frac{I - 40}{40} \cdot 100 \rightarrow I - 40 = \frac{0,5 \cdot 40}{100} \rightarrow I = 40 \pm 0,2 \text{ mA}$$

Excel'de Hesaplama

Hesaplamalar **Excel** yardımıyla yapılacaktır. Yeni bir **Excel** belgesi açılır. Belge primer1a.xlsx olarak adlandırılır. Belgede, hesaplama için gerekli verilerle bir tablo oluşturulur (Resim 3.1). Aletin doğruluk sınıfı D3 hücresine yazılır. Değer, görevin koşulunda verilmiş olup 0,5'tir. Daha önce hesaplanan ölçülen değerlerin hareket sınırları, **Excel** tablosunda formülle D8 hücresinde elde edilir. Aletle ölçülen gerçek değer, görevin koşulundan verilmiş ve D5 hücresine yazılmıştır. D6 hücresine mutlak hatayı belirlemek için formül yazılır. En yüksek sapma, enstrümanın doğruluk sınıfına göre izin verilen maksimum sapmadır ve D7 hücresinde yazılı formüle göre hesaplanır.

D7 ▾ : ✖ ✓ fx =(D3*D5)/100

3. Microsoft excel'de programlama araçları geliştirme

The screenshot shows an Excel spreadsheet with the following data:

Büyüklikler	Sembol [Birim]	Büyüklik Değerleri
Ölçüm cihazının doğruluk sınıfı	Doğruluk sınıfı	0.5
Ölçüm cihazının ölçüm aralığı	I_{mp} [mA]	100
Gerçek değer	I_t [mA]	40
Mutlak hata	ΔI [mA]	$I - I_t$
Maksimum sapma	[mA]	0.2
Ölçülen değerlerin değişim sınırları	I [mA]	40 ± 0.2

The formula bar shows the formula for cell D8: $=CONCAT(D5,"\pm",(D3*D5)/100)$

Şek. 3.1

Sonunda, doğru ölçümün elde edileceği sınırları belirlemek için, Şekil 3.1'de gösterildiği gibi, bir birleştirme formülü uygulanacak ve D8 hücresinin değeri metinsel olacak. CONCAT işlevi, şu sözdizimiyle: **CONCAT**(text1, [text2], [text3],...) birden fazla metin bağımsız değişkenini bir hücrede birleştirmekle görevlidir, ancak bağımsız değişkenler arasında boşluk sağlamaz. Formül başarıyla girildikten sonra, program ilgili sonucu çok hızlı bir şekilde hesaplar ve bu Şekil 3.1'de D8 hücresinde gösterilir.

b)
$$0,5 = \frac{I - 100}{100} \cdot 100 \rightarrow I - 100 = \frac{0,5 \cdot 100}{100} \rightarrow I = 100 \pm 0,5 \text{ mA}$$

Excel'de hesaplama yapılacaktır.

2. Analog ampermetre ile akım şiddeti ölçülürken, ölçülen değer hangi sınırlar içinde olacağını belirleyin:

- a) 50 mA b) 200 mA.

Enstrüman 0,5 doğruluk sınıfına sahiptir (ölçek üzerinde yalnızca rakamla yazılmıştır) ve ölçüm aralığı 200 mA'dır.

Çözüm: Formüle göre

$$\text{Doğruluk sınıfı} = \pm \frac{\Delta X}{X_{MP}} \cdot 100\%$$

Elde edilir:

a)
$$0,5 = \frac{I - 50}{200} \cdot 100 \rightarrow I - 50 = \frac{0,5 \cdot 200}{100} \rightarrow I = 50 \pm 1 \text{ mA}$$

Excel'de Hesaplama

Yeni bir **Excel** belgesi açılır ve adı primer2a.xlsx olarak kaydedilir. Belge üzerinde, hesaplama için gerekli olan verileri içeren bir tablo oluşturulur. Oluşturulan tablo Şekil 3.2'de gösterilmiştir. Aletin doğruluk sınıfı D3 hücresine yazılır. Değer, aletin ölçekli değerinde, sayı olarak kaydedilir ve 0,5'tir. Aletin ölçüm alanı D4 hücresine girilir. Daha önce hesaplanan hareket sınırları ($I=50 \pm 1$ mA) **Excel** tablosunda D8 hücresinde elde edilir. Aletle ölçülen kesin değer, görev koşulundan belirlenir ve D5 hücresine yazılır. D6 hücresine mutlak hata hesaplama formülü yazılır.

Büyüklikler	Sembol [Birim]	Büyüklük Değerleri
Ölçüm cihazının doğruluk sınıfı	Doğruluk sınıfı	0.5
Ölçüm cihazının ölçüm aralığı	I_{mp} [mA]	200
Gerçek değer	I_t [mA]	50
Mutlak hata	ΔI [mA]	$I - I_t$
Maksimum sapma	[mA]	1
Ölçülen değerlerin değişim sınırları	I [mA]	50 ± 1

Şek. 3.2

3. Microsoft excel'de programlama araçları geliştirme

En yüksek sapma, enstrümanın doğruluk sınıfına göre izin verilen maksimum sapma, D7 hücresinde yazılı formüle göre hesaplanır.



D7 \downarrow \times \checkmark f_x $=(D3*D4)/100$

D8 hücresinde CONCAT fonksiyonunun kullanılmasıyla ölçülen değerin hareket edeceği sınırlar elde edilir.

b)
$$0,5 = \frac{I - 200}{200} \cdot 100 \rightarrow I - 200 = \frac{0,5 \cdot 200}{100} \rightarrow I = 200 \pm 1 \text{ mA}$$

Excel'de hesaplama yapılısın.

Ölçüm sırasında mutlak ve görelî hatanın belirlenmesi

3. Bir voltmetre kullanarak tek fazlı bir prizde 225 V'lik bir gerilim ölçüldüğünde, mutlak ve görece hata miktarını belirleyiniz.

Not: Gerçek gerilim değerinin 220 V olduğu varsayılmaktadır.

Çözüm: Daha önce tanımlanan formüllere göre:

- mutlak hata şu şekilde hesaplanır:

$$\Delta = U_i - U_t \rightarrow \Delta = 225 - 220 = 5 \text{ V}$$

- relatif hatanın miktarı:

$$\delta = \frac{\Delta}{U_t} \cdot 100 = \frac{5}{220} \cdot 100 = 2,273 \%$$

Excel'de Hesaplama

Yeni bir **Excel** belgesi primer3.xlsx adıyla açılır. Belgede hesaplama için gerekli olan verilerle bir tablo oluşturulur (Resim 3.3).

	A	B	C	D	E
1					
2		Hesaplama için gerekli büyüklükler	Sembol [ölçü birimi]	Büyüklük değerleri	
3		Ölçülen değer	U_i [V]	225	
4		Gerçek/doğru değer	U_t [V]	220	
5		Mutlak hata	Δ [V]	5	
6		Göreceli hata	δ [%]	2.273	
7					

Şek. 3.3

Her hücreye ölçülen değer, gerçek değer, mutlak hata ve göreceli hata uygun şekilde kaydedilir. Mutlak hata değeri, ölçülen değer ile gerçek değer arasındaki fark olarak alınır. Mutlak hata hesaplama formülü D5 hücresine girilir:

D5 \times ✓ *fx* =D3-D4

Göreceli hata değeri, mutlak hata değerinin doğru değere bölünmesiyle elde edilir ve daha sonra sonuç yüzde olarak almak için 100 ile çarpılır. Şekil 3.3'te gösterilen hesaplamada, bir değeri belirli bir ondalık basamağa yuvarlamak için ROUND fonksiyonu da kullanılır. Fonksiyonun söz dizimi şöyledir: **ROUND**(number, num_digits). Number, yuvarlanan sayıyı temsil eder, num_digits ise birinci argüman olarak fonksiyonda bulunan sayının yuvarlanmak istenen ondalık basamak sayısıdır. D6 hücresinde sonuç gösterilir. Mutlak hata etiketi D5 hücresine girilir:

D6 \times ✓ *fx* =ROUND(D5*100/D4,3)

3. Microsoft excel'de programlama araçları geliştirme

4. 20 V'luk bir ölçüm aralığında, $3^{1/2}$ basamaklı bir ekrana sahip ve maksimum hatası $g = \pm(0,3 + 1 \text{ digit})$ olan dijital bir multimetre kullanarak ölçüm yaparsak, ölçüm aletinin mutlak ve göreceli hatasını belirleyiniz.

Çözüm:

Son ondalık basamağın değeri:

$$0,01 \text{ V} = 10 \text{ mV}$$

Buna göre, son rakamın değeri:

$$1 \text{ digit} = 1 \cdot 0,01 \text{ V} = 10 \text{ mV}$$

Dijital ölçüm cihazının mutlak hatası için şunlar elde edilir:

$$\Delta U = \pm \left(\frac{0,3 \cdot U_{mp}}{100} + 10 \text{ mV} \right) = \pm \left(\frac{0,3 \cdot 20}{100} + 10 \text{ mV} \right)$$

$$\Delta U = \pm (60 \text{ mV} + 10 \text{ mV}) = \pm 70 \text{ mV}$$

Relatif hata ise şu şekilde hesaplanır:

$$\delta[\%] = \pm \frac{\Delta U}{U} \cdot 100 = \pm \frac{0,07}{20} \cdot 100 = \pm 0,35 \%$$

Yapılan hesaplamalara göre, cihazın mutlak hatası $\pm 70 \text{ mV}$, bağıl hatası ise $\pm 0,35 \%$ olarak elde edilmektedir.

Excel'de Hesaplama

Yeni bir **Excel** belgesi olan primer4.xlsx açılır. Belge içinde, istenen hataların hesaplanması için gereken verilerin bulunduğu bir tablo oluşturulur (şekil 3.4).

	A	B	C	D	E
1					
2		Hesaplama için gerekli büyüklükler	Sembol [ölçü birimi]	Büyüklük değerleri	
3		Ölçüm cihazının ölçüm aralığı	U_{mp} [V]	20	
4		Dijital cihazın son basamağının değeri (tablodan okunur)	C_{dig} [V]	0.01	
5		Ölçüm cihazının gösterdiği değer ve ölçüm aralığından kaynaklanan hata	$A\%_{pv}$	0.3	
6		Mutlak hata	Δ [V]	0.07	
7		Göreceli hata	δ [%]	0.35	
8					

Şek. 3.4

Dijital aletin ölçüm aralığı D3 hücresine, görev koşuluna uygun olarak girilir ve dijital aletin son basamağının (İng. digit) değeri D4 hücresine girilir. Son basamağın değeri Tablo 3.2'den okunur.

Tablo 3.2 Farklı hane sayısına sahip dijital voltmetreler

Dijital voltmetre türü	Ekran	Rakam (digit) değeri (ing. digit)
3 ½	10.00	10 mV (0,01 V)
4 ½	10.000	1 mV
5 ½	10.0000	100 µV
6 ½	10.00000	10 µV
7 ½	10.000000	1 µV

Ölçüm aralığından kaynaklanan hata değeri D5 hücresine girilir.

Mutlak ve bağıl hata formülleri kullanılarak bu değerler sırasıyla D6 ve D7 hücrelerinde elde edilir.

3. Microsoft excel'de programlama araçları geliştirme

D6

D7 hücresindeki bağıl hata değeri yüzde (%) cinsinden ifade edilmiştir ve iki ondalık basamak hassasiyetine yuvarlanmıştır.

D7

5. Ampermetrenin, $I = 135 \text{ mA}$ akımını ölçerken ve doğruluk sınıfı 1,5 olup ölçüm aralığı $I_{mp} = 200 \text{ mA}$ olduğunda yaptığı maksimum bağıl hatayı belirleyiniz.
6. Voltmetrenin doğruluk sınıfı 1 olup, $U = 110 \text{ V}$ gerilimi $U_{mp} = 200 \text{ V}$ ölçüm aralığında ölçerken yaptığı maksimum bağıl hatayı belirleyiniz.
7. Bir voltmetre ile $U = 70 \text{ V}$ gerilim ölçüldüğünde, ölçüm aralığı $U_{mp} = 100 \text{ V}$ ve cihazın doğruluk sınıfı 1 ise, maksimum mutlak ve bağıl hata ne kadar olur?
8. Doğruluk sınıfı 0,5 (skalasında sadece rakam olarak belirtilmiş) olan analog bir voltmetre ile $U = 80 \text{ V}$ gerilim ölçüldüğünde, ölçüm aralığı $U_{mp} = 100 \text{ V}$ olduğunda ölçülen değer hangi sınırlar içinde olacağını belirleyiniz.
9. Ekranı $4^{1/2}$ haneli olan bir dijital voltmetre ile, $U_{mp} = 100 \text{ V}$ ölçüm aralığında $U = 75 \text{ V}$ ölçüldüğünde, mutlak ve bağıl hatayı belirleyiniz. Maksimum hata şu şekilde verilmektedir:
 $\Delta U = \pm(0,5\% \text{ okunan değer} + 2 \text{ rakam})$

10. 5. Ekranı $3^{1/2}$ haneli olan bir dijital ampermetre ile, $I_{mp} = 200$ mA ölçüm aralığında $I = 150$ mA ölçüldüğünde, mutlak ve bağıl hatayı belirleyiniz. Maksimum hata şu şekilde verilmektedir:

$$\Delta I = \pm(0,2\% \text{ okunan değer} + 2 \text{ rakam})$$

3.3. Ölçüm cihazının doğruluğunu kontrol etme prosedürü

Ölçüm cihazları, kullanım ömürleri boyunca sıcaklık, nem, basınç, manyetik alanlar gibi etki faktörlerinin değiştii ideal olmayan çalışma koşullarında kullanılır. Bu etkenler, ölçüm cihazlarının doğruluk sınıfında değişimlere yol açar. Bu nedenle, belirli zaman aralıklarında ölçüm cihazlarının doğruluk sınıfının kontrol edilmesi ve gerekiyorsa kalibrasyon veya ayar yapılması gerekir; böylece mevcut doğruluk sınıfı korunabilir veya yeni bir doğruluk sınıfı belirlenebilir.

Ölçüm cihazlarının test ve kalibrasyonunda üç yöntem kullanılır:

- Kompanzasyon yöntemi,
- Daha hassas bir ölçüm cihazı ile karşılaştırma yöntemi,
- Kalibratör kullanma yöntemi.

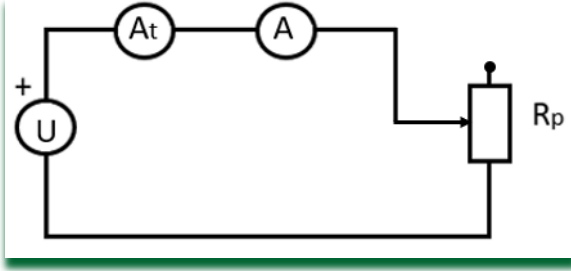
Bu kitapta, daha hassas bir ölçüm cihazı ile karşılaştırma yöntemi açıklanacaktır. Bu yöntemde, yüksek doğruluk sınıfına sahip bir referans cihaz kullanılır ve aynı koşullarda iki cihazın ölçüm sonuçları karşılaştırılır. İşlem sırasında aynı fiziksel büyüklük için birden fazla ölçüm gerçekleştirilir.

3.3.1. Ölçüm cihazlarının kalibrasyonu

Ampermetrenin kalibrasyonu

Elektrik akımının şiddeti, ampermetrenin yük ile seri bağlanmasıyla ölçülür. Ampermetrenin doğruluk sınıfının test edilmesi için 0,2 ile 2,5 arasında farklı doğruluk sınıflarına sahip iki ampermetre gereklidir. Daha yüksek doğruluk sınıfına (0,5) sahip olan cihaz, doğru veya referans cihaz olarak alınır. İşlem sırasında daha düşük doğruluk sınıfına sahip cihaz kalibre edilir.

Adım 1: Elemanlar, Şekil 3.5'te gösterilen ampermetre kalibrasyonunun elektrik şemasına göre bağlanır.



Şek. 3.5

Adım 2: Doğru – referans ampermetre ile kalibre edilen cihaz için aynı ölçüm aralıkları seçilir.

Adım 3: Ampermetrelerin gösterdiği akım değeri, değişken gerilim kaynağı ve sürgülü Rp ayarlı direnç ile ayarlanır. Referans cihazın ibresi, ölçüm skalasının %10, %20, %30 ... %100 değerlerini gösterecek şekilde ayarlanır.

Adım 4: Her iki cihazdan okunan sonuçlar Tablo 3.3'e uygun şekilde kaydedilir. I_t [mA] alanına referans cihazın ölçtüğü elektrik akımı değerleri, I_m [mA] alanına ise kalibre edilen cihazın ölçtüğü

değerler yazılır.

Tablo 3.3. Ampermetrelerle Akım Şiddetinin Ölçümünden Elde Edilen Sonuçlar

Ölçüm sayısı	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
$\%I_{mp}$ [mA]	10 %	20 %	30 %	40 %	50 %	60 %	70 %	80 %	90 %	100 %
I_m [mA]										
I_t [mA]										
ΔI [mA]										
δ [%]										

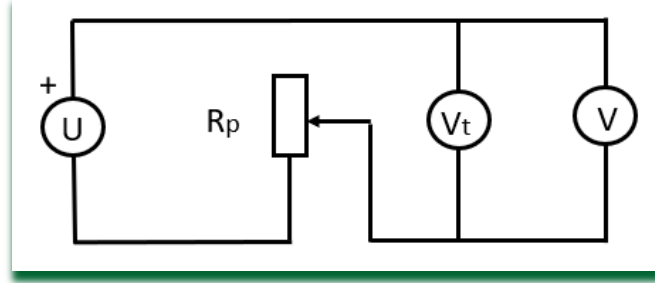
Şöyle ki:

- $\%I_{mp}$ [mA] – referanslı doğru ampermetreye göre gösterge sapması yüzde olarak – ölçüm skalasına bağlı,
- I_m [mA] – kalibre edilmiş ampermetre ile ölçülen elektrik akımının değeri,
- I_t [mA] – doğru referans ampermetre ile ölçülen elektrik akımının değeri,
- ΔI [mA] – mutlak hata,
- δ [%] – görece hata.

Voltmetre Kalibrasyonu

Adım 1: Gerilim ölçümü, voltmetrenin yükle paralel bağlanmasıyla yapılır; bu bağlantı Şekil 3.6’da gösterilmiştir. Voltmetrenin doğruluk sınıfını test etmek için, 0,2 ile 2,5 arasında farklı doğruluk sınıflarına sahip iki voltmetre gereklidir. Daha iyi doğruluk sınıfına (0,5) sahip olan cihaz doğru veya referans cihaz olarak alınır. Daha düşük doğruluk sınıfına sahip olan cihaz kalibre edilecektir.

3. Microsoft excel'de programlama araçları geliştirme



Şek.3.6

Adım 2: Doğru – referans voltmetre ile kalibre edilen cihaz için aynı ölçüm aralıkları seçilir.

Adım 3: Voltmetrelerin gösterdiği gerilim, değişken gerilim kaynağı ve sürgülü R_p ayarlı direnç ile ayarlanır. Referans cihazın ibresi, ölçüm skalasının %10, %20, %30 ... %100 değerlerini gösterecek şekilde ayarlanır.

Adım 4: Her iki cihazdan okunan sonuçlar Tablo 3.4'e uygun şekilde kaydedilir. U_t [V] alanına referans cihazın ölçtüğü elektrik gerilimi değerleri, U_m [V] alanına ise kalibre edilen cihazın ölçtüğü değerler yazılır.

Tablo 3.4. Voltmetrelerle Gerilim Ölçümünden Elde Edilen Sonuçlar

Ölçüm sayısı	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
$\%U_{mp}$ [V]	10 %	20 %	30 %	40 %	50 %	60 %	70 %	80 %	90 %	100 %
U_m [V]										
U_t [V]										
ΔU [V]										
δ [%]										

şöyle ki:

- $\%U_{mp}$ [V] – referans voltmetrede ölçek aralığına bağlı olarak okun sapması yüzdesi,
- U_m [V] – kalibre edilmiş voltmetrede okunan gerilim değeri,
- U_t [V] – referans doğru voltmetrede okunan gerilim değeri,
- ΔU [V] – mutlak hata,
- δ [%] – göreceli hata.

3.3.2 Hataların Tablo ile Gösterimi

Ölçülen değerler ve hesaplanan hata değerleri Excel dokümanında tablo halinde gösterilir. Tablo gösterimi, değerlerin daha iyi görülmesini sağlamakla kalmaz, aynı zamanda daha doğru ve hızlı hesaplamalar yapılmasına olanak tanır. Her tabloda, ölçülen büyüklüğü ve birimini belirten ayrı bir satır bulunur. Cihazların ölçüm aralıkları yüzde olarak verilir. Şekil 3.7’de, iki ampermetrenin ölçüm değerlerinin ve hata hesaplama formüllerinin girileceği Excel’de hazırlanmış Tablo 3.3 gösterilmiştir. Tablo içindeki büyüklükler arasındaki ilişkiler, mutlak ve göreceli hata hesaplaması için formüllerle tanımlanmıştır. Benzer şekilde, Şekil 3.8’de iki voltmetrenin ölçüm değerlerinin ve hata hesaplama formüllerinin girileceği Excel’de hazırlanmış Tablo 3.4 sunulmaktadır.

3. Microsoft excel'de programlama araçları geliştirme

greski kaj merni instrumenti.xlsx

File Home Insert Page Layout Formulas Data Review View Help Tell me what you want to do

Clipboard Font Alignment Number

LN =C4-C5

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M
1													
2	Ölçüm Sayısı	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10		
3	%I _{MP} [mA]	10%	20%	30%	40%	50%	60%	70%	80%	90%	100%		
4	I _m [mA]												
5	I _t [mA]												
6	ΔI [mA]	0	=C4-C5										
7	δ[%]												
8													

Şek. 3.7

greski kaj merni instrumenti.xlsx

File Home Insert Page Layout Formulas Data Review View Help Tell me what you want to do

Clipboard Font Alignment Number

LN =(B5*100)/B4

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M
1	Ölçüm Sayısı	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10		
2	%U _{MP} [V]	10%	20%	30%	40%	50%	60%	70%	80%	90%	100%		
3	U _m [V]												
4	U _t [V]												
5	ΔU [V]	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
6	δ[%]	=(B5*100)/B4	####	####	####	####	####	####	####	####	####		
7													
8													

Şek. 3.8

3.3.3 Ölçüm Cihazlarındaki Hataların Belirlenmesi İçin Formüller

Ölçülen değerlere dayanarak, cihazların mutlak ve göreceli hataları belirlenir.

Mutlak hataların hesaplanması için formüller:

$$\Delta I = I_m - I_t \quad \Delta U = U_m - U_t \quad \dots\dots\dots(3.11)$$

- I_t ve U_t – Daha yüksek doğruluk sınıfına sahip cihazın gösterdiği akım ve gerilim değerleri;
- I_m ve U_m – Doğruluğunu kontrol ettiğimiz cihazın gösterdiği akım ve gerilim değerleri.

Göreceli (relatif) hatanın hesaplanması için formüller:

$$\delta\% = \frac{\Delta I}{I_t} \cdot 100 = \frac{I_m - I_t}{I_t} \cdot 100 \quad \delta\% = \frac{\Delta U}{U_t} \cdot 100 = \frac{U_m - U_t}{U_t} \cdot 100 \quad \dots(3.12)$$

Hesaplamalardan elde edilen değerler, Tablo 3.3 ve Tablo 3.4'e, her ölçüm skalası sapması için ilgili satırlara veya Şekil 3.7 ve Şekil 3.8'de gösterilen tablolara kaydedilir.

Cihazın doğruluk sınıfıyla ölçümdeki göreceli hatanın karşılaştırılması: Doğruluk sınıfını hesaplamak için öncelikle ölçülen mutlak hatalardan en büyük mutlak hata değeri belirlenir, ardından aşağıdaki formül kullanılarak hesaplama yapılır:

$$\text{Doğruluk sınıfı} = \frac{|\Delta X|}{X_{mp}} \cdot 100\% = \frac{|\Delta I_{max}|}{I_{mp}} \cdot 100 \quad \dots\dots\dots(3.13)$$

$$\text{Doğruluk sınıfı} = \frac{|\Delta X|}{X_{mp}} \cdot 100\% = \frac{|\Delta U_{max}|}{U_{mp}} \cdot 100 \quad \dots\dots\dots(3.14)$$

3. Microsoft excel'de programlama araçları geliştirme

Eğer ölçüm sırasında elde edilen hata, cihazın belirtilen doğruluk sınıfı sınırları içindeyse, test edilen ölçüm cihazının belirtilen doğruluk sınıfında olduğu kabul edilir. Aksi takdirde, cihazın doğruluk sınıfı, hesaplanan hata değerine eşit olan ya da hesaplanan değerden daha yüksek olan ilk doğruluk sınıfı olarak belirlenir.

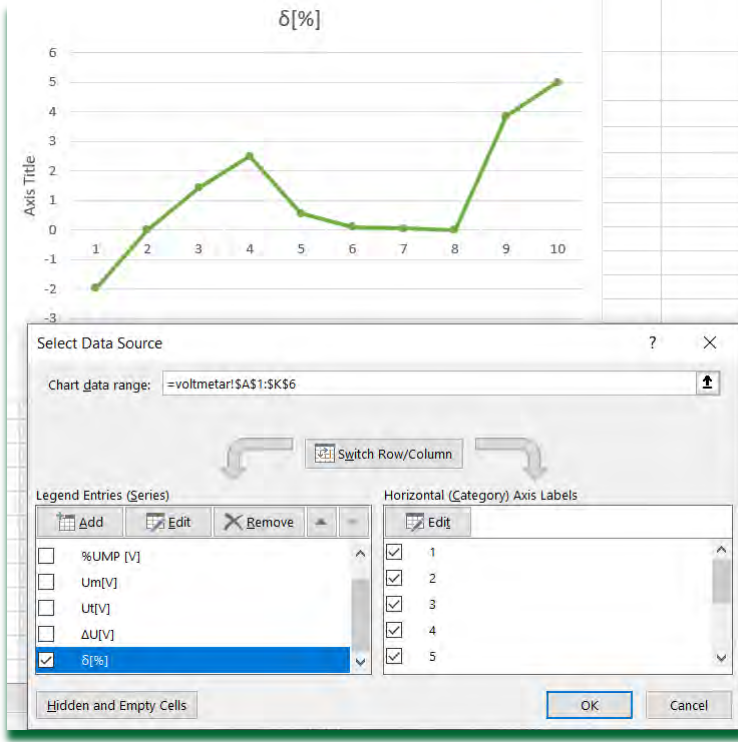
3.3.4 Ölçüm Cihazlarındaki Hata Eğrisi Grafiği

Ölçüm cihazlarının doğruluk kontrolü sürecinin sonunda, cihazın ibre sapmasına bağlı olarak mutlak ve göreceli hataların grafiksel gösterimi yapılır. Bu grafik sayesinde ölçüm sonuçları ve dağılımları kolayca gözlemlenebilir.

Ölçümler tamamlandı, Şekil 3.7 ve 3.8'de gösterilen tablolar doldurulduktan sonra grafik çizimine geçilir.

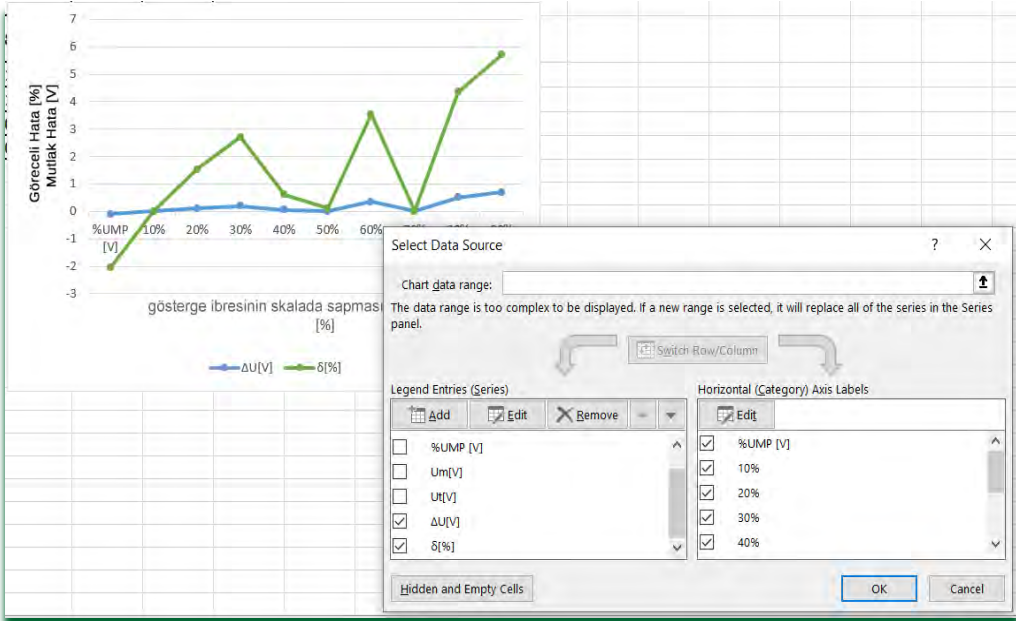
Öncelikle tablo seçilir. Ardından **Insert→Chart Recommended**, menüsünden **Line (Çizgi)** tipi grafik seçilir. Daha sonra **Chart Design→Select Data** yoluyla x-ekseni ve y-ekseni için hangi verilerin gösterileceği seçilir. Genellikle x-ekseni bağımsız değişkenleri, y-ekseni ise x-eksene bağlı değişen değerleri gösterir. Eğer y-eksende birden fazla değişken göstermek istenirse, bunlar uygun şekilde seçilir. Grafiğin tam ve doğru bir şekilde temsil edilmesi için grafik başlığı, eksenlerin isimleri, birimleri, eksen üzerindeki işaretler ve grafik açıklaması (legend) mutlaka eklenmelidir (Bkz. Şekil 3.9).

Grafik, seçilen tabloya veriler girildikten sonra otomatik olarak çizilir. Girilen sonuçlarda herhangi bir değişiklik yapıldığında, grafik de otomatik olarak güncellenir ve düzeltilir.



Şek. 3.9

Şekil 3.10'da, y-ekseni üzerinde birden fazla ögenin gösterimi ve grafiğin uygun şekilde etiketlenmesi seçeneği gösterilmektedir.

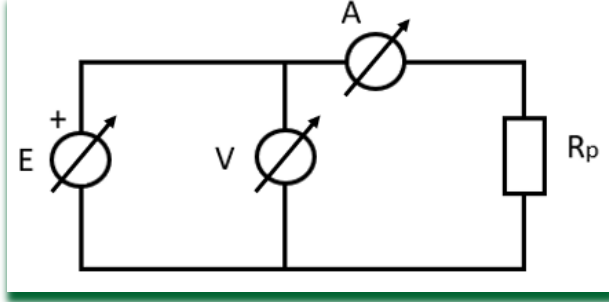


Şek. 3.10



Alıştırmalar:

1. Şekil 3.11'deki elektrik devresinde, R_p direncinin ölçülen ve hesaplanan değerini belirleyiniz.



Şekil 3.11

Ölçüm yapılan ölçü aletleri ideal değildir, kendi ihmal edilemeyecek iç dirençleri vardır. Ampermetrenin ve voltmetrenin dirençleri sırasıyla $0,01 \Omega$ ve 2000Ω 'dur ($R_A=0,01 \Omega$, $R_V=2 \text{ k}\Omega$). Ölçüm aletleri sırasıyla 2 A ve 180 V ölçülen değerleri gösterir.

a) R_p direncinin ölçümünde mutlak ve göreceli hata büyüklüğünü belirleyiniz.

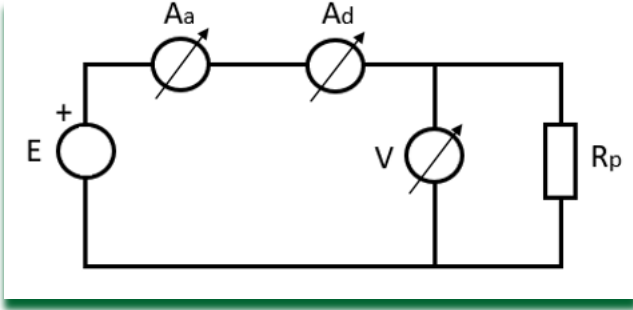
b) **Microsoft Excel** yardımıyla ek hesaplama yapınız.

2. Doğru akım gerilimi ve doğru akım şiddeti ölçümü, Şekil 3.12'de gösterilen elektrik devresinde yapılacaktır. Ölçüm sırasında mutlak ve göreceli hata hesaplanacaktır. Hesaplamalar **Excel**'de gerçekleştirilecektir. **Excel**'de hata eğrisi çizimi için bir yazılım aracı oluşturulacaktır.

Uygulama için gerekli elemanlar:

- 200 mA ölçüm aralıklı analog ve dijital ampermetre,
- 20 V ölçüm aralıklı voltmetre,
- 120Ω ayarlanabilir direnç,
- Ayarlanabilir doğru akım gerilim kaynağı,

- Elemanları bağlamak için iletken kablolar.



Şek. 3.12

a) Verilen doğru akım gerilim değerleri için Tablo 3.5'te, her iki ampermetrenin (analog ve dijital) gösterdiği akım şiddeti değerleri okunacak ve kaydedilecektir.

Tablo 3.5: Elde edilen ölçüm sonuçlarının girilmesi

U [V]	I _{digit} [mA]	I _{analog} [mA]			R _m [Ω]	R _d [Ω]	ΔR [Ω]	δ [%]
		mA/Alt başlıklar	alt başlıklar	mA				
0								
2								
4								
6								
8								
10								
12								

b) Ölçümlerden elde edilen sonuçlara dayanarak, voltmetre ve analog ampermetre ile direnç R_p 'nin değeri belirlenip, R_m sütununa yazılacaktır.

c) Voltmetre ve dijital ampermetre ile yapılan ölçümlerden elde edilen sonuçlara dayanarak, direnç R_p 'nin değeri belirlenip, R_d sütununa yazılacaktır.

3. Microsoft excel'de programlama araçları geliştirme

d) Ölçülen direnç R_m değerine dayanarak, aşağıdaki formüllerle mutlak ve göreceli hata hesaplanacaktır:

$$\Delta R = R_m - R_t$$

$$\delta\% = \frac{\Delta R}{R_t} \cdot 100 = \frac{R_m - R_t}{R_t} \cdot 100$$

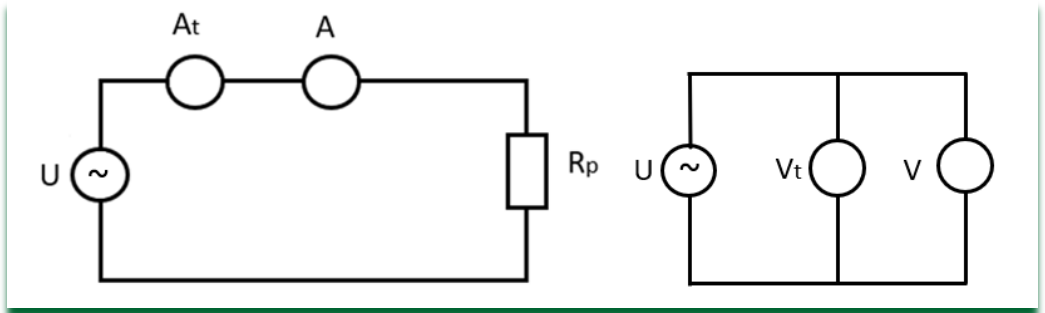
Doğru direnç değeri R_t , görev şartlarında verilmiş olup 120Ω 'dur.

d) g) maddesindeki hesaplama, ölçülen direnç R_d sonuçları için tekrarlanacaktır.

ğ) $\delta(\%) = f(U)$ bağımlılığı grafik olarak çizilecektir.

e) Hesaplamalar **Microsoft Excel** yardımıyla yapılacaktır.

3. Doğruluk sınıfı 1 ile 2,5 arasında değişen alternatif akım gerilim ve akım ölçümüne yönelik sürücü ölçüm aletlerinin doğruluğu, yüksek doğruluk sınıfına sahip laboratuvar aleti kullanılarak kontrol edilecektir. Alternatif akım devresinde ampermetre ve voltmetrenin kalibrasyonuna ilişkin elektrik şeması Şekil 3.13'te gösterilmiştir.



Şekil 3.13

a) Ölçüm aletlerinin göreceli (nisbi) hataları belirlenmeli ve $\delta(\%) = f(I)$ ile $\delta(\%) = f(U)$ bağıntıları grafiksel olarak gösterilmelidir.

b) Hesaplamalar **Excel**'de yapılmalıdır.

c) **Excel**'de hata eğrisinin çizimi için bir yazılım aracı (makro veya şablon) oluşturulmalıdır.

d) Ölçüm aletinin ölçümlerinden elde edilen göreceli hatanın büyüklüğü, aletin doğruluk sınıfı ile karşılaştırılmalıdır.

Çalışmanın gerçekleştirilmesi için gerekli bileşenler:

- Doğruluk sınıfı 0,2 – 2,5 arasında değişen ampermetreler,
- Doğruluk sınıfı 0,2 – 2,5 arasında değişen voltmetreler,
- 10 Ω , 4,5 A değişken direnç,
- Bağlantı kabloları,
- Değişken gerilim kaynağı.

Ölçüm prosedürü:

Alternatif akım devresinde elektrik akımı şiddetinin ölçümü, doğru akım devresindeki gibi, ampermetrenin yükte seri bağlanmasıyla yapılır.

Alternatif akım devresinde gerilim ölçümü ise doğru akım devresindeki gibi, voltmetrenin kaynak ya da yükte paralel bağlanmasıyla yapılır.

Ölçüm aletinin doğruluk testi veya kalibrasyonu şu şekilde yapılır: Doğruluk sınıfı 1 ile 2,5 arasında olan ölçüm aleti, yüksek doğruluk sınıfına sahip laboratuvar aleti referans alınarak test edilir.

Göreceli hata hesaplama formülleri:

$$\delta\% = \frac{\Delta I}{I_t} \cdot 100 = \frac{I_m - I_t}{I_t} \cdot 100$$

$$\delta\% = \frac{\Delta U}{U_t} \cdot 100 = \frac{U_m - U_t}{U_t} \cdot 100$$

3. Microsoft excel'de programlama araçları geliştirme

Eğer ölçümde elde edilen hata, aletin beyan edilen doğruluk sınıfı içinde ise, test edilen ölçüm aletinin doğruluk sınıfında olduğu söylenir; aksi takdirde, alet kendi doğruluk sınıfında değildir.

Ölçülen değerler Tablo 3.6 ve Tablo 3.7'ye kaydedilmelidir.

Tablo 3.6. Ampermetrelerle akım şiddeti ölçümlerinden elde edilen sonuçlar

Ölçüm sayısı	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
I [mA]										
I_t [mA]										
ΔI [mA]										
δ [%]										

Tablo 3.7. Voltmetrelerle yapılan gerilim ölçümlerinden elde edilen sonuçlar

Ölçüm sayısı	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
U [V]										
U_t [V]										
ΔU [V]										
δ [%]										

3.4 Ölçüm Cihazlarındaki Hata Eğrisinin Çizimi İçin Yazılım Aracının Hazırlanması

Günümüzde büyük miktarda bilgiyi işlemek daha kolaydır, çünkü bu işlem bu amaçla tasarlanmış yazılım araçları ve programlar kullanılarak gerçekleştirilir. Ders kitabının ikinci modüler biriminde açıklandığı gibi, **Microsoft Excel** yardımıyla veriler üzerinde birçok işlem yapılmakta ve ayrıca değişken büyüklüklerin grafiksel gösterimi için kullanılmaktadır. **Microsoft Excel** yardımıyla, ölçüm cihazlarındaki hataların hesaplanması ve düzeltme eğrisinin çizilmesi için yazılım araçlarının nasıl hazırlanacağını göstereceğiz.

Örnek: Bir ampermetrenin 1 A, 1,5 A, 2 A, 2,5 A, 3 A, 3,5 A, 4 A ve 4,5 A değerlerinde yaptığı maksimum görelî hatalar belirlenmek isteniyor. Ampermetrenin doğruluk sınıfı 1 ve ölçüm aralığı $I_{mp} = 5A$ ise.

Çözüm: Bir ölçüm aletinin doğruluk sınıfı yüzde olarak ifade edilir ve maksimum mutlak hata ΔX_{max} ile ölçüm aralığı arasındaki orandır (Formül 3.15).

Formülü şu şekildedir:

$$\text{Doğruluk sınıfı} = \frac{\Delta X_{max}}{X_{mp}} \cdot 100 \% \quad \dots\dots\dots(3.15)$$

$$\Delta X_{max} = \frac{\text{Doğruluk sınıfı} \cdot X_{mp}}{100} = \frac{1 \cdot 5}{100} = 0,05 A \quad \dots\dots(3.16)$$

Maksimum mutlak hata 0,05 A'dir.

Buna göre, göstergenin herhangi bir konumunda tanımlı olan maksimum görelî hata belirlenmiştir.

3. Microsoft excel'de programlama araçları geliştirme

$$\delta_{max}[\%] = \pm \frac{\Delta X_{max}}{X_{mp}} \cdot 100\% \quad \dots\dots\dots(3.17)$$

Adım 1: Excel'de yeni bir belge açılır ve "Greski.xlsx." olarak kaydedilir.

Tablo 3.8: Her Ölçüm İçin Maksimum Göreli Hata

Ölçme sayısı	I [A]	δmax [%]
1	1	5.00
2	1.5	3.33
3	2	2.50
4	2.5	2.00
5	3	1.67
6	3.5	1.43
7	4	1.25
8	4.5	1.11

Başlangıçta, verilen görev şartlarına göre sabit değerlerin girildiği bir tablo oluşturulur: ölçü aletinin doğruluk sınıfı 1, ölçüm aralığı 5 A ve mutlak hatanın ΔX_{max} hesaplanmasında gerekli olan maksimum göreli hata. (Şekil 3.14). Formül (3.17)'ye göre, Excel tablosunda gerçekleştirilen ölçümler için δ [%] sütunu doldurulur.

	A	B	C
1			
2		Doğruluk Sınıfı	1
3		Imp [A]	5
4		ΔXmax	0.0500
5			
6			
7	Ölçüm Sayısı	I [A]	δ [%]
8	1	1	5.00
9	2	1.5	3.33
10	3	2	2.50
11	4	2.5	2.00
12	5	3	1.43
13	6	3.5	1.43
14	7	4	1.25
15	8	4.5	1.11

Şek. 3.14

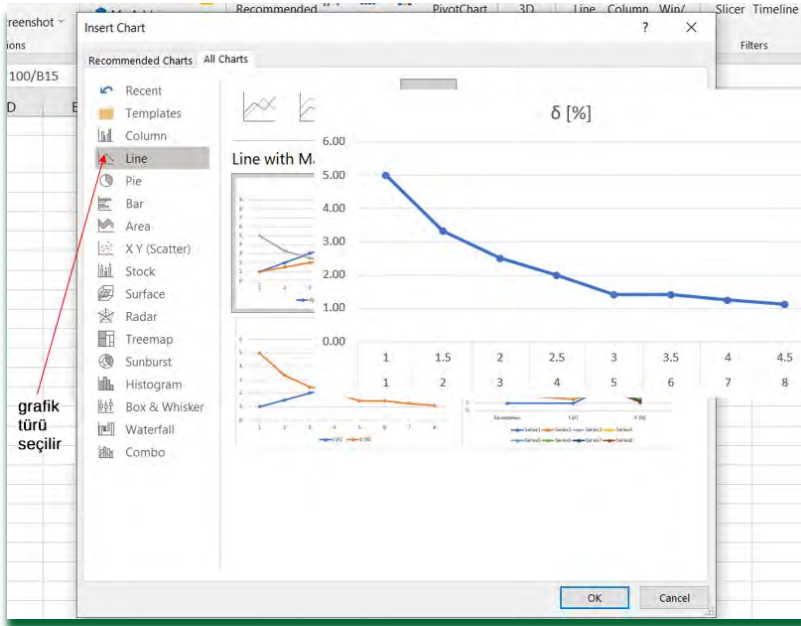
Adım 2: Tablo, ilgili 3.17 numaralı formüle göre doldurulur. Şekil 3.15'te, formül çubuğunda yapılan göreli hata hesaplamaları için

seçilen hücrede kullanılan formül okunabilir. Daha sonra hata grafiğinin çizimine geçilir.

Tables		Illustrations	
C8			=C4*100/B8
1			
2		Doğruluk Sınıfı	1
3		Imp [A]	5
4		ΔX_{max}	0.0500
5			
6			
7	Ölçüm Sayısı	I [A]	δ [%]
8	1	1	5.00
9	2	1.5	3.33
10	3	2	2.50
11	4	2.5	2.00
12	5	3	1.43
13	6	3.5	1.43
14	7	4	1.25
15	8	4.5	1.11

Şek. 3.15

Adım 3: Tüm tablo seçilir. Daha sonra **Insert Chart** (Ekle > Grafik) menüsünden sunulan seçenekler arasından grafik türü seçilir.



Şek. 3.16

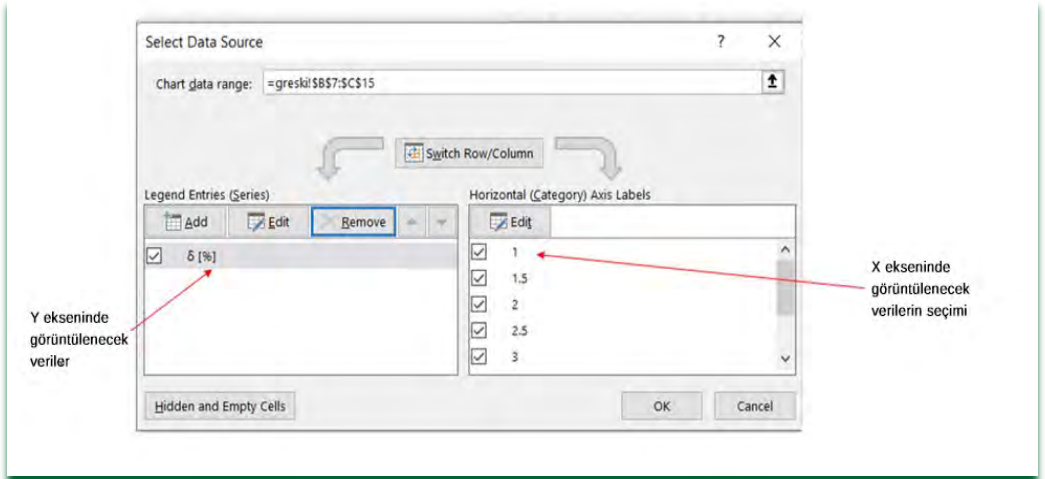
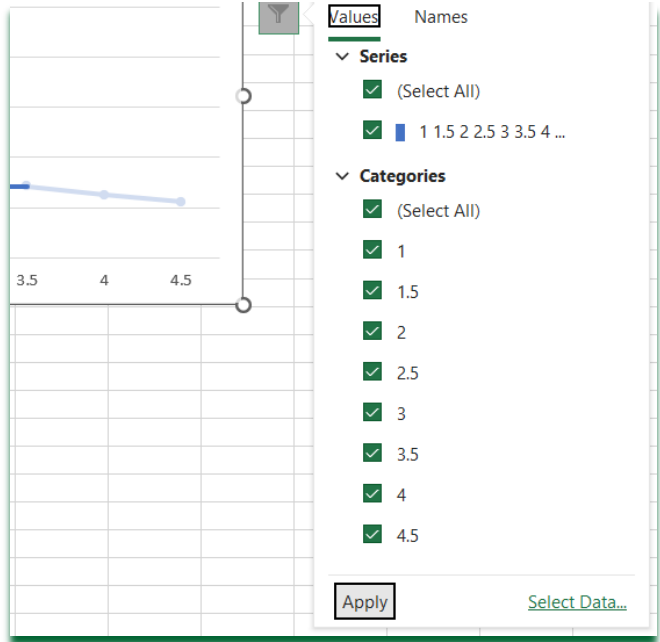
Çizgi (Line) seçeneği tercih edilerek, işaretli bir çizgi grafik oluşturulur; bu grafikte x ekseninde ölçülen akım değerleri, y

3. Microsoft excel'de programlama araçları geliştirme

ekseninde ise maksimum görelî hata değeri gösterilir (Şekil 3.16).

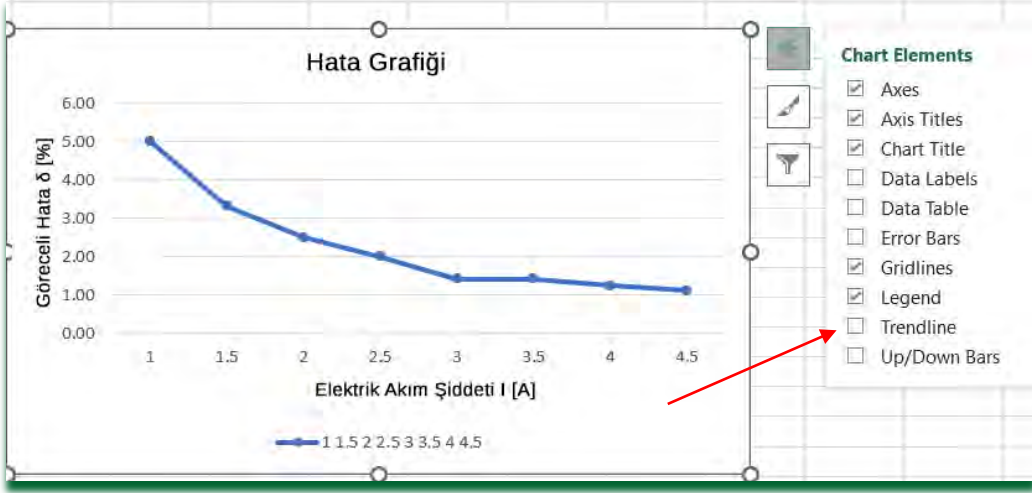
Bir simge tıklanarak, içinde çeşitli seçeneklerin bulunduğu bir 'Değerler (Values)' açılır menüsü görüntülenir (Şekil 3.17). 'Veri Kaynağını Seç (Select Data Source)' seçeneğiyle, grafikteki eksenlerin verilerinin seçildiği bir iletişim penceresi açılır (Şekil 3.18).

Şek. 3.17



Şek. 3.18

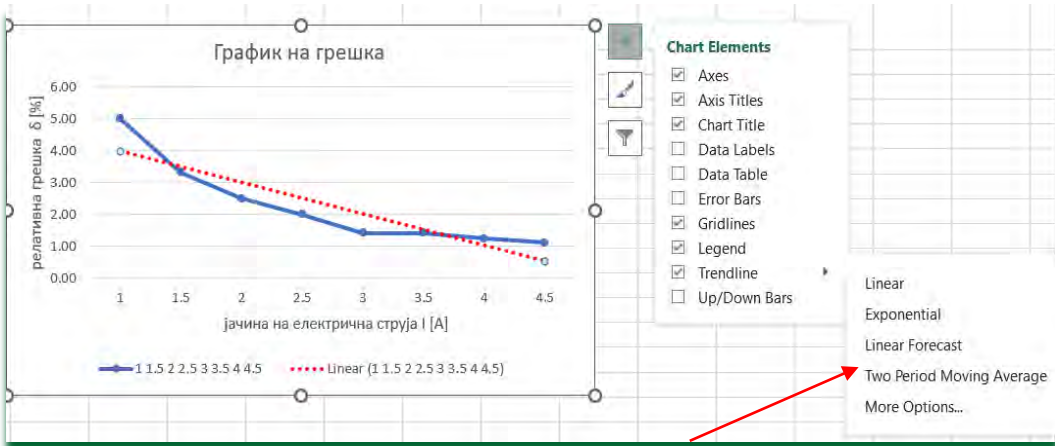
Temel grafik çizildikten sonra, grafik tasarım sekmesinden (**Chart Design**) ek ayarlar yapılabilir; ayrıca, Grafik Öğeleri (**Chart Elements**) sekmesinden grafik başlığı eklenebilir, eksen değeri tanımlanabilir, grafik için bir açıklama (legend) eklenebilir vb. (Şekil 3.19 ile gösterilmiştir).



Şek. 3.19

Adım 4: Verilerin daha ayrıntılı analizi için hata değişim eğiliminin, yani hata düzeltme eğrisinin belirlenmesi gerekir. Bu eğri, 'Trend Çizgisi (**Trendline**)' seçeneği kullanılarak elde edilir.

Trendline işlevi, grafikteki 'Grafik Öğeleri (**Chart Elements**)' simgesinden etkinleştirilir; bu işlemle veri biçimlendirme pencereleri açılır ve 'Trendline Ekle (**ADD TRENDLINE**)' seçilir (Şekil 3.20).

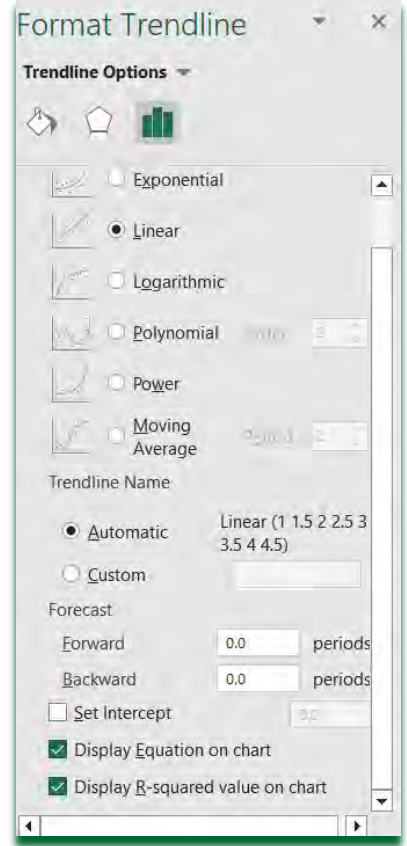


Şek. 3.20

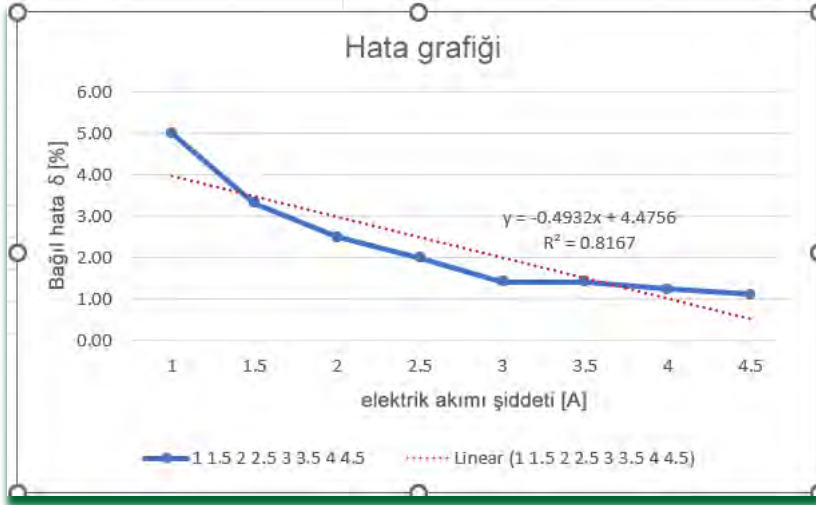
Hatanın nasıl değiştiğini gösteren en uygun ilişki türü belirlenmelidir (doğrusal, üstel veya başka bir eğri türü). Burada doğrusal (linear) ilişki seçilir.

3. Microsoft excel'de programlama araçları geliştirme

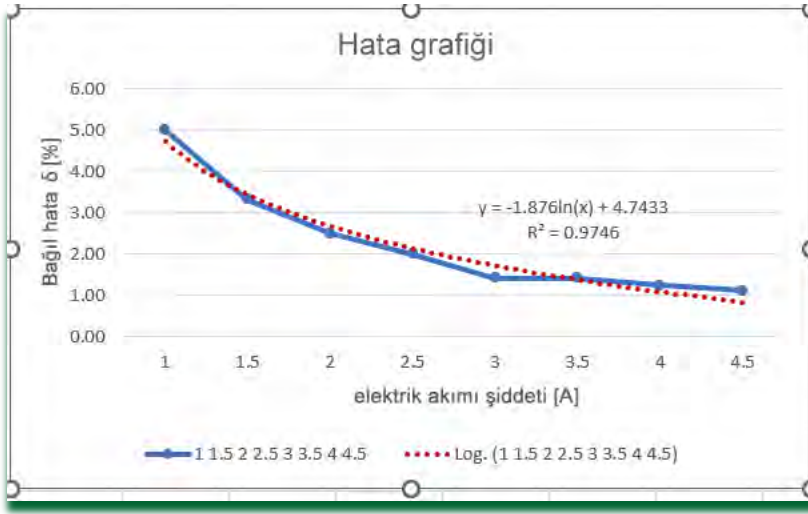
Denklemi grafikte göster (**Display Equation on chart**)' seçeneği etkinleştirildiğinde, eğrinin denklemi ve bu denklemin girilen verilere olan sapması görüntülenir. Sapma katsayısı, 'R-kare değerini grafikte göster (**Display R-squared value on chart**)' seçeneğiyle gösterilir (Şekil 3.21). Sapma katsayısı **R**, 0 ile 1 aralığında değişir. Hata en küçük olurken, **R²** değeri 1,0'a eşit olur. Bu durumda, doğrusal bir düzeltme eğrisi yerine (Şekil 3.22), logaritmik bir eğri seçildiğinde (Şekil 3.23), **R²** değerinin 1'e daha çok yaklaştığı ve düzeltme eğrisinin görece hata eğrisini daha iyi takip ettiği görülür. Böylece daha doğru sonuç elde edilir.



Şek. 3.21



Şek. 3.22



Şek. 3.23

Sonuç: Şekil 3.23'teki grafikten görüldüğü üzere, ölçülen akım değeri, ölçüm aralığına ne kadar yakınsa, görelî hata o kadar küçüktür.



Hatırla!

- **Ölçüm, bir büyüklüğün sayısal değerini ölçü birimine göre belirlemeyi amaçlayan bir işlemdir.**
- **Fiziksel büyüklüklerin ölçülmesi için ölçüm aletleri veya cihazlar kullanılır.**
- **Mutlak hata, ölçülen değer ile gerçek değer arasındaki farktır.**
- **Görelî hata, mutlak hatanın ölçülen büyüklüğün gerçek değerine oranıdır.**
- **Maksimum görelî hata, ölçüm aletinin doğruluk sınıfını ifade eder.**
- **Ölçüm aletinin doğruluğunu test etme işlemine kalibrasyon denir.**
- **Eğer ölçüm sırasında elde edilen hata, aletin belirtilen doğruluk sınıfı içinde kalıyorsa, bu durumda aletin doğruluk sınıfına uygun olduğu kabul edilir.**

3.5 Elektrik Tesisatlarında Gerekli İletken Kesitini Hesaplamak İçin Yazılım Aracı Geliştirme

Elektrik tesisatı, şehir şebekesinden düşük gerilimli elektrik enerjisinin veya telekomünikasyon sinyalinin bağlandığı noktadan başlayarak, tüketiciye veya alıcıya kadar olan iletim sisteminin bir parçasıdır.

Elektrik tesisatı, mevcut standart ve normlara uygun olarak tasarlanmalı ve yürürlükteki teknik düzenlemelere göre yapılara yerleştirilmelidir. Bu, bağlı tüketicilerin ve insanların güvenliğini sağlamak için gereklidir.

3.5.1 İletken Kesitini Etkileyen Büyüklükler

Elektrik tesisatlarının önemli bir parçasını, bakır veya alüminyumdan yapılan iletkenler oluşturur. Elemanların özellikleri Tablo 3.9'da verilmiştir.

Tablo 3.9: Bakır ve alüminyumun özellikleri ve karakteristikleri

	Özgül Elektrik Direnci ρ [$\Omega\text{mm}^2/\text{m}$]	Özgül Elektrik İletkenliği σ [Sm/mm^2]	Özgül Ağırlık [kg/m^3]	Erime Sıcaklığı [$^{\circ}\text{C}$]
Bakır	0,01724	57	8920	1084
Alüminyum	0,02801	35,7	2703	660

Güvenli ve emniyetli bir elektrik tesisatı için, tasarım aşamasında iletkenlerin uygun kesitinin seçilmesi gereklidir. Elektrik tesisatlarında iletken kesitinin belirlenmesinde sıcaklık, gerilim düşümü ve iletkenin geçecek akım yükü gibi faktörler etkilidir. Örneğin, yüksek akımın geçeceği yerlerde, kablunun yanmasını önlemek için daha kalın kablolar seçilir. İletkenin akım yükünü hesaplamada, bağlanacak olan tüketicinin türü — sürekli

mi çalışıyor, yoksa aralıklı mı — ve toplam güç tüketimi dikkate alınır.

Elektrik tüketicileri, çalışmalarını için elektrik enerjisini kullanan cihazlar ve aygıtlardır.

Beslendikleri akım türüne göre tüketiciler ikiye ayrılır:

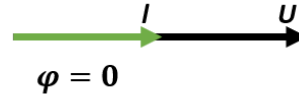
- Doğru akımla (DC) çalışan tüketiciler,
- Alternatif akımla (AC) çalışan tüketiciler.

Doğru akım sistemlerinde iletken kesiti hesaplanırken, tüketici tipi dikkate alınmaz çünkü bu tür sistemlerde tüm tüketiciler şebekeye aynı şekilde yük oluşturur.

Alternatif akımla beslenen tüketiciler şunlar olabilir:

- Omik (termik) tüketiciler
- Karma (omik-indüktif) tüketiciler.

Omik ya da termik tüketiciler, elektrik enerjisini ısı enerjisine dönüştüren cihazlardır. Bu gruba akkor telli lambalar, ve ısıtıcılar evlerde kullanılan termik cihazlar dahildir. Omik tüketicilerde gerilim ve akım aynı fazdadır. Bu durum, Şekil 3.24'te verilen fazör diyagramında gösterilmiştir.



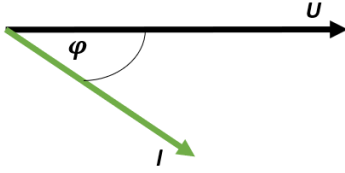
Şek. 3.24

Gerilim ve akım arasındaki açı $\varphi = 0^\circ$ 'dir. Bu açının kosinüsü $\cos \varphi$ (**güç faktörü**) olarak adlandırılır. Omik tüketiciler için güç faktörü 1'e eşittir, yani

$$\cos \varphi = 1 \quad (\cos 0^\circ = 1).$$

Karma (omik-indüktif) tüketiciler, ferromanyetik çekirdekli sargılara sahip tüketicilerdir. Bu gruba elektrik motorları, transformatörler, balastlar vb. girer. Aynı zamanda, büyük kesitli

3. Microsoft excel'de programlama araçları geliştirme



Şekil 3.25

sıradan iletkenler de göz ardı edilemeyecek bir endüktansa sahiptir. Karma tüketicilerde, akım gerilime göre belirli bir açı φ kadar faz gerisindedir ($0 \leq \varphi \leq \pi / 2$). Bu durum, Şekil 3.25'te gösterilmiştir.

Karma tüketicilerde güç faktörü, gücün ne kadarının aktif ve ne kadarının reaktif olduğunu belirler. Tamamen omik tüketicilerde $\varphi=0^\circ$, (yalnızca aktif güç), Tamamen endüktif tüketicilerde ise $\varphi= \pi / 2$), (yalnızca reaktif güç) olur.

Tablo 3.10'da, motor gücüne bağlı olarak güç faktörü değerleri verilmiştir.

Tablo 3.10: Motor gücüne bağlı olarak güç faktörü değerleri мотор

Motor gücü	$\cos \varphi$
≤ 1 Kw	0,66÷0,8
1 kW÷5 Kw	0,7÷0,87
5 kW÷15 Kw	0,78÷0,89

Kurulu güç ve maksimum yük

Kurulu güç veya kurulu yük P_i bir devre veya elektrik tesisatında kurulu veya projede planlanan/öngörülen tüm tüketicilerin güçlerinin toplamını temsil eder. Tüm planlanan tüketicilerin aynı anda devreye alınması ve nominal güçle yüklenmesi olasılığı çok düşüktür.

Elektrik tesislerinde en **yüksek yükleme** (P_v) veya maksimum eş zamanlı güç, belirli bir dönemde bir devrede veya bir elektrik tesisatında aynı anda kullanılan en yüksek güçtür.

Tüm tüketicilerin neredeyse hiçbir zaman aynı anda bağlı olmaması nedeniyle, açıkça $P_v \leq P_i$ 'dir. Bir eşzamanlık faktörü veya katsayısı tanımlanır ve bu, en yüksek yükleme ile kurulu güç arasındaki oranı temsil eder. Eşzamanlık katsayısı K ile gösterilir.

$$K = \frac{P_v}{P_i} \leq 1 \quad \dots\dots\dots(3.18)$$

Faktörün veya eşzamanlılık katsayısının değerleri, nesneye bağlı olarak Tablo 3.11'den alınır.

Tablo 3.11: Eşzamanlılık katsayısı

Nesne açıklaması	Eşzamanlılık Katsayısı K
Derslikler, dükkanlar	1,0
Küçük daireler	0,9-1,0
İki odalı daireler	0,8
Üç odalı daireler, ofisler	0,7-0,75
Elektromotor tahrikler	0,3-0,6



➤ **Hesaplamalarda iletkenin kesiti için tepe yükü kullanılır.**

3.5.2 İletkenin kesit alanını belirleme kriterleri

Belirli bir elektrik tesisatı için iletken kesitini belirlemek üzere üç koşulun sağlanması gerekir:

- elektriksel koşul;
- termal koşul;
- mekanik koşul.

Elektriksel koşul, iletken kesitinin hesaplanmasında şu şekilde sağlanır: Gerilim düşüşü, izin verilen yüzde değeri aşmamalıdır.

3. Microsoft excel'de programlama araçları geliştirme

Gerilim düşüşü, akım iletkeninden geçtiğinde ortaya çıkar ve hattın başındaki gerilim (U_1) ile sonundaki gerilim (U_2) arasındaki fark olarak tanımlanır. Bu fark " ΔU " veya " u " ile gösterilir.

$$u = \Delta U = U_1 - U_2 \quad \dots\dots\dots(3.19)$$

Yüzdelerik gerilim düşüşü aşağıdaki formüle göre hesaplanır:

$$u[\%] = \frac{\Delta U}{U} 100 \quad \dots\dots\dots(3.20)$$

Şöyle ki:

- $\Delta U[V]$ - mutlak gerilim düşüşü
- $U[V]$ - kaynağın gerilimi.

Her tüketicinin çalıştığı nominal gerilim değeri vardır ve bu açıkça belirtilmiştir. Birden fazla tüketicinin aynı anda bağlanması ve iletkenlerin ohmik direnci, hat üzerinde bir gerilim düşüşüne neden olur.

Yasal standartlara ve düşük gerilimli şebeke yönetmeliklerine göre: Aydınlatma devrelerinde iletkenler için izin verilen gerilim düşüşü %3, Diğer tüketiciler için ise izin verilen gerilim düşüşü %5'tir (bkz. Tablo 3.12).

Tablo 3.12: İzin Verilen Yüzdelerik Gerilim Düşüşü

Besleme Türü	Elektrik Devresinin Amacı	İzin Verilen Gerilim Düşüşü $u\% \leq$
Düşük gerilim şebekesinden besleme	Aydınlatma için	3%
	Diğer tüketiciler için	5%
Transformatörden doğrudan besleme	Aydınlatma için	5%
	Diğer tüketiciler için	8%

Uyarı: Elektrik tesisatları 100 metreden uzun olduğunda, izin verilen gerilim düşüşü her 100 m'den sonraki her metre için %0,005 artırılır, ancak toplam artış %0,5'i geçmemelidir.

Termal şart, iletkenin kesitinin hesaplanmasında şu durumda sağlanmış olur: İletkenden geçen akım, o iletken kesiti ve dağıtım tipi için sürekli izin verilen akımdan küçük ya da ona eşit olmalı; ancak tüketicide belirtilen nominal akımdan büyük olmalıdır.

Sürekli izin verilen akım; dağıtım tipine, yüklü iletken sayısına, izolasyon türüne, çevre sıcaklığına ve iletkenin yapıldığı malzemeye bağlıdır.

Dağıtım tipine, iletkenin kesitine ve malzeme türüne göre sürekli izin verilen akım değerleri Ek 1 ve Ek 2'deki tabloda verilmiştir.

Dağıtım tipine ve yan yana yerleştirilen iletken/kablo sayısına bağlı olarak akım değerine düzeltme yapılır; bu düzeltme, **K1 düzeltme faktörü** üzerinden gerçekleştirilir. Ek 1'deki tabloda verilen belirli bir kesit için sürekli izin verilen akım değeri, Ek 5'teki K1 düzeltme faktörü ile çarpılır. Bu sayede, düzeltme yapılmış yeni sürekli izin verilen akım değeri elde edilir.

Akım taşıma kapasitesi sadece iletkenin kesitine değil, aynı zamanda ortam sıcaklığına da bağlıdır. Bu nedenle K2 sıcaklık düzeltme faktörü uygulanır.

Örneğin, Ek 4'teki tabloda belirtilen belirli bir kesit için sürekli izin verilen akım değeri, önce Ek 1'deki K1 faktörü ile, ardından Ek 3 veya Ek 4'teki K2 sıcaklık düzeltme faktörü ile.

$$I_{td\ K1,K2} = K1 \cdot K2 \cdot I_{td\ 30^{\circ}C,1\ kablo} \geq I_n \quad \dots\dots\dots(3.21)$$

3. Microsoft excel'de programlama araçları geliştirme

Mekanik koşul, iletkenin dayanıklılığı ve yerleştirme yeri açısından tüm mekanik gerilimlere dayanması için iletkenin minimum izin verilen kesit alanının seçimi ile sağlanır.

Tablo 3.13'te mekanik dayanım açısından iletkenin en küçük izin verilen kesit alanları verilmiştir.

Tablo 3.13: Farklı hatlar için minimum kesit alanı

İletkenin tanımı	Minimum kesit alanı
Hareketli tüketiciler için yalıtılmış hatlar	0,75 mm ² bakır
Aydınlatmanın kalıcı kurulumu için yalıtılmış hatlar	1,5 mm ² bakır
Prizlerin kalıcı kurulumu için yalıtılmış hatlar	2,5 mm ² bakır
Bağlantı noktasından sayaç dolabına kadar olan besleme hattı	10 mm ² bakır
Ev bağlantısı için kendini taşıyan kablo demeti	16 mm ² alüminyum



1. İletken kesitinin belirlenmesine etki eden büyüklükler nelerdir?
2. Kurulu güç nedir?
3. Tepe yük nedir?
4. Gerilim düşümü neden oluşur?
5. İletken kesitinin belirlenmesi için hangi üç koşulun sağlanması gerekir? Açıkla!
6. İletken kesiti hesaplamasında termal koşul nedir? Açıkla!
7. İletkenden geçen sürekli izin verilen akım hangi faktörlere bağlıdır?
8. Gerilim kaynağı 230 V ve mutlak gerilim düşümü 6,5 V olduğunda, yüzde olarak gerilim düşümü ne kadardır?



- ✓ Seçilen iletken kesitinin kontrolü üç adımda gerçekleşir: termal yüklenme, gerilim düşümü ve mekanik kontrol.
- ✓ Bir iletkenin kesitinin hesaplanmasında elektriksel koşul sağlanmış olur, eğer yüzde gerilim düşümü izin verilen değeri aşmıyorsa.
- ✓ Bir iletkenin kesitinin hesaplanmasında termal koşul sağlanmış olur, eğer iletkenden geçen akım bu kesit ve dağıtım tipi için sürekli izin verilen değerden küçük veya eşitse, ve tüketici üzerinde belirtilen nominal akımdan büyükse.
- ✓ Mekanik koşul, iletkenin yerleştirileceği yere ve dayanıklılığına göre tüm mekanik zorlanmalara dayanabilmesi için minimum izin verilen kesitin seçilmesiyle sağlanır.

3.6 İletken Kesitinin Hesaplanması

İletken kesitinin belirlenme yöntemi, elektrik enerjisi sisteminin türüne göre tanımlanır.

Aşağıdaki yöntemler ayırt edilir:

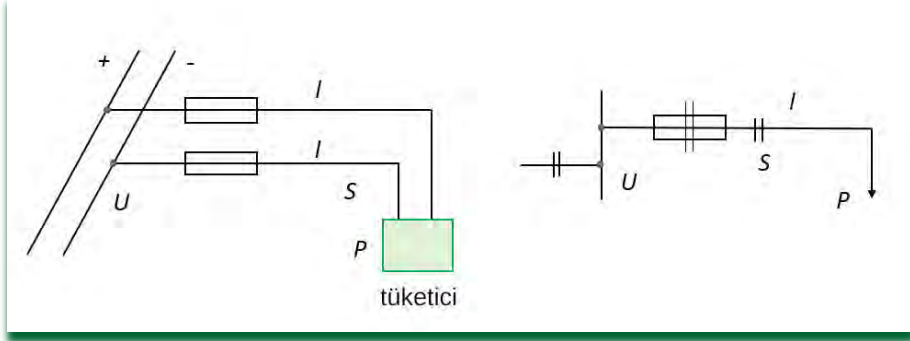
- Doğru akım devrelerinde iletken kesitinin belirlenmesi,
- Alternatif akım devrelerinde iletken kesitinin belirlenmesi.

3.6.1 Doğru Akımlı Devrelerde İletken Kesitinin Belirlenmesi

Bir tüketiciyi besleyen iletkenin kesitinin belirlenmesi işleminde, doğru akım devresinde, şekil 3.26 uygulanır. Bu şekilde, bir tüketicinin doğru akım şebekesine bağlanması için iki telli bir şebekenin çift

3. Microsoft excel'de programlama araçları geliştirme

kutuplu ve tek kutuplu şeması verilmiştir. İletkenin uzunluğu l (m - metre), ağın gerilimi ise U (V - volt) olarak verilmiştir. Tüketici gücü P (W - Watt) cinsindedir.



Şek. 3.26

İletkenin kesitini belirleme adımları.

Bir iletkenin direnci aşağıdaki formüle göre hesaplanır:

$$R = \rho \frac{l}{S} \dots\dots\dots(3.22)$$

Burada:

R [Ω] - iletkenin direnci,

l [m] - iletkenin uzunluğu,

ρ [$\Omega\text{mm}^2/m$] - iletkenin özgül elektrik direnci,

S [mm^2]- iletkenin kesit alanı.

İki iletkenin (damarın) toplam direnci aşağıdaki formüle göre hesaplanır:

$$2 \cdot R = \rho \cdot \frac{2l}{S} \dots\dots\dots(3.23)$$

İletkenlerden geçen akım, u gerilim düşümüne neden olur:

$$u = 2 \cdot R \cdot I = \rho \cdot \frac{2 \cdot l}{S} \cdot I \dots\dots\dots(3.24)$$

Çünkü:

$$P = U \cdot I \rightarrow$$

$$I = \frac{P}{U}$$

.....(3.25)

Burada:

I [A] - İletkenden geçen akım,

P [W] - Tüketicinin nominal gücü.

Gerilim düşümü ile gerilim düşümünün yüzde değeri arasındaki ilişki ise şöyledir:

$$u = \frac{U}{100} \cdot u\%$$

.....(3.26)

(3.25) ve (3.26) ifadelerinin (3.24) ifadesine yerine konmasıyla elde edilir:

$$\frac{U}{100} \cdot u\% = \rho \frac{2l}{S} \cdot \frac{P}{U}$$

.....(3.27)

İletken üzerindeki gerilim düşümünün yüzde değeri nasıl ifade edilir:

$$u\% = 100 \cdot \rho \frac{2l}{S} \cdot \frac{P}{U^2}$$

.....(3.28)

Ve iletkenin kesit alanı:

$$S = 200 \cdot \rho \frac{l}{u\%} \cdot \frac{P}{U^2}$$

.....(3.29)

Eğer iletkene birden fazla tüketici bağlıysa, gerilim düşümünün hesaplanmasında şu denklem kullanılır:

$$u\% = 200 \cdot \rho \frac{\sum(l \cdot P)}{SU^2}$$

.....(3.30)

Birden fazla tüketicinin yüklendiği iletkenin kesitinin hesaplanması için kullanılan ifade nereden gelir:

$$S = 200 \cdot \rho \frac{l}{u\%} \cdot \frac{P}{U^2}$$

..(3.31)

3. Microsoft excel'de programlama araçları geliştirme

Motorların bağlanması için iletken kesiti belirlenirken, motorun verim katsayısı η dikkate alınır. Verim katsayısı, motorun faydalı çıkış gücü P_n ile elektrik şebekesinden çekilen toplam güç P_v arasındaki orandır.

Güç kaybı şu nedenlerden dolayı oluşur: Rulmanlardaki sürtünme, Motorun sargılarındaki Joule kayıpları (ısı), Havalandırma nedeniyle oluşan kayıplar vb.

$$\eta = \frac{P_n}{P_v}$$

.....(3.32)

Verim katsayısı $\eta \leq 1$, dir, çünkü $P_n < P_v$.

(3.32) ifadesinin (3.31) ifadesine yerine konmasıyla, motor yükü altında iletken kesitinin hesaplanması için bir denklem elde edilir:

$$S = 200 \cdot \rho \frac{l P_n}{\eta \cdot U^2 \cdot u\%}$$

.....(3.33)

Burada

P_n [W] - Motorun nominal gücü, P_n motorun üzerinde yazılıdır,

η – Verim katsayısı.



Alıştırmalar:

1. Gücü 1,1 kW ve verim katsayısı 0,87 olan bir elektrik motoru, 110 V doğru gerilime bağlanmıştır. Elektrik motoru, dağıtım panosundan 20 m uzaktadır ve boru içinde döşenen iletkenle bağlanacaktır. Bakır iletkenin kesitini belirleyiniz. Hesaplama **Excel** programında yapılacaktır.

Çözüm:

Adım 1: Problemin içinde sadece bir tüketici vardır, elektrik motoru. Şebekeden çekilen güç, iletkenin taşıdığı en yüksek yükür (zirve yük). Problem koşullarından zirve yük belirlenir.

$$P_v = \frac{P_n}{\eta}$$

Kesit alanını belirlemek için kullanılan (3.32) denkleminde bilinen değerler yerine konur:

$$S = 200 \cdot \rho \frac{l P_n}{\eta \cdot U^2 \cdot u\%} = 0,01724 \cdot \frac{200 \cdot 20 \cdot 1100}{0,87 \cdot 110^2 \cdot 5} = 1,441 \text{ mm}^2$$

Ek 1'deki tabloya göre, ilk büyük kesit alanı 1,5 mm² olup, sürekli izin verilen akım 13 A'dır.

Adım 2: Termal koşulun kontrolü

Motorun nominal akımı şu formüle göre hesaplanır:

$$I_n = \frac{P_n}{\eta \cdot U} = \frac{1100}{0,87 \cdot 110} = 11,494 \text{ A}$$

İletkenin daha büyük akım geçişinden korunması için termal koşulun sağlanması gerekir:

$$I_n \leq I_{\text{sigorta}} \leq I_{\text{izin verilen}}$$

Burada:

$I_{\text{izin verilen}}$ – Belirli bir kesit alanı için izin verilen akım,

I_{sigorta} – Sigortanın tetikleme akımı

I_n – Tüketicinin nominal akımı

Nominal akım esas alınarak, 16 A'lık bir sigorta tipi belirlenir. Termal koşulun sağlanması için, izin verilen sürekli akımın, sigortadan

3. Microsoft excel'de programlama araçları geliştirme

geçen akımdan büyük olması gerekir. Ek 1'deki tabloya göre, A tipindeki bir dağıtım için bakır malzemeden yapılmış 2,5 mm² kesit alanına sahip bir iletken seçilir; bunun izin verilen sürekli akımı 18 A'dır. Böylece termal koşul sağlanmış olur. PP 2x2,5 mm² iletken kabul edilir.

Adım 3: Elektriksel koşulun sağlanması için gerilim düşümünün yüzde değeri hesaplanır.

$$u\% = 200 \cdot \rho \frac{l P_n}{S \cdot \eta \cdot U^2} = 200 \cdot 0,01724 \frac{20 \cdot 1100}{110^2 \cdot 0,87 \cdot 2,5} = 2,882 \%$$

Hesaplanan gerilim düşümünün yüzdesi, izin verilen %5'ten daha küçüktür ve seçilen 2,5 mm² kesit alanı elektriksel koşulu karşılamaktadır.

Adım 4: Mekanik koşulun sağlanıp sağlanmadığı kontrol edilir. Tablo 3.13'ten, kesit alanının mekanik koşulu da karşıladığı okunmaktadır.

Excel'de Hesaplama

Doğru akım devresinde iletken kesitinin belirlenmesi için hesaplama yapılırken, **Excel** dosyası açılması gerekir. Dosya instalacii.xlsx olarak adlandırılır. 3.14 numaralı tablo, doğru akım devresinde iletken kesitinin hesaplanması için gerekli büyüklükleri içerecek şekilde oluşturulur.

Tablonun birinci sütununa hesaplama için gerekli büyüklükler girilir, ikinci sütuna her büyüklüğün simgeleri ve ölçü birimleri yazılır, üçüncü sütuna hesaplamanın yapılacağı formüller kaydedilir ve en sağdaki dördüncü sütunda büyüklüklerin hesaplanan değerleri elde edilir.

Tablo 3.14: Doğru akım devresinde iletken kesitinin hesaplanması

Hesaplama için gerekli büyüklükler	Simgesi [Ölçü birimi]	Formül	Büyükliklerin değerleri
Spesifik elektriksel direnç	ρ [$\Omega\text{mm}^2/\text{m}$]	ρ [$\Omega\text{mm}^2/\text{m}$]	
Gerilim	U [V]	U [V]	
Tüketici gücü	P_n [W]	P_n [kW]	
Eşzamanlılık katsayısı	K	K	
Verim katsayısı	η	η	
Zirve yük	P_v [W]	$P_v = P_n / \eta$	
Güç faktörü	$\cos\phi$	$\cos\phi$	
İletkenin uzunluğu	l [m]	l [m]	
Nominal akım	I_n [A]	$I_n = P_n / (\eta * U * \cos\phi)$	
Yüzdesel gerilim düşümü	u [%]	u [%] = $(200 * \rho * l * P) / (S * U^2)$	
Hesaplanan iletken kesiti	S [mm^2]	$S =$ $(200 * \rho * l * P) / (u * U^2)$	
Seçilen iletken kesiti	S [mm^2]	Tablo'dan alınan değer	
Yüzdesel gerilim düşümü	u [%]	Tablo'dan alınan değer	
Sürekli izin verilen akım	I_t [A]	Tablo'dan alınan değer	
Sigorta tetikleme akımı	I_o [A]	Tablo'dan alınan değer	
Belirlenen iletken kesiti	S [mm^2]	Elektriksel, termal ve mekanik koşulları sağlamalıdır	

3. Microsoft excel'de programlama araçları geliştirme

Başlangıçta, hesaplama için gerekli büyüklükler doldurulur. Görevde verilen bilinen büyüklüklerin değerleri girilir; örneğin, tüketicinin güç değeri veya beslendiği gerilim biliniyorsa bu değerler girilir. Verimlilik katsayısının değeri bilinir ve görev şartlarında verilmiştir. İletkenin yapıldığı malzemenin özgül elektriksel direnci önceden bilinen bir büyüklüktür.

Bazı büyüklüklerin ise hesaplanması gerekir. Hesaplama yapılan satırlar, sonuçların daha kolay fark edilmesi ve okunabilmesi için tabloda farklı bir renkle belirtilmiştir. Örneğin: tepe yük, iletken üzerinden geçen nominal akım vb. hesaplanır. Tabloda, "büyüklüklerin değerleri" sütununa, hesaplamaların yapılacağı uygun formüller girilir. Formül girişine dair gösterim Şekil 3.27'de sunulmuştur.

Büyüklük Açıklaması	Sembol [Birim]	Formül	Değer
Özgül elektrik direnci	ρ [$\Omega\text{mm}^2/\text{m}$]	ρ [$\Omega\text{mm}^2/\text{m}$]	0.01724
Gerilim (Volta)	U [V]	U [V]	110
Tüketici gücü	P_n [W]	P_n [kW]	1100
Talep katsayısı	K	K	1
Verimlilik katsayısı	η	η	0.87
Tepe yük	P_v [W]	$P_v = P_n / \eta$	1264.367816
Güç faktörü	$\cos \varphi$	$\cos \varphi$	1
İletken uzunluğu	l [m]	l [m]	20
Nominal akım	I_n [A]	$I_n = P_n / (\eta * U * \cos \varphi)$	11.49425287
Gerilim düşüşü oranı (%)	u [%]	u [%] = $(200 * \rho * l * P) / (D13 * \text{POWER}(D3,2))$	
Hesaplanan iletken kesiti	S [mm^2]	$S = (200 * \rho * l * P) / (u * U^2)$	1.441170324
Seçilen iletken kesiti (tablodan alınan değer)	S [mm^2]	tablodan verilen değer	2.50
Gerilim düşüşü (seçilen kesite göre)	u [%]	tablodan verilen değer	5

Şek. 3.27

Şekilde, bir büyüklük için formülün nasıl girileceği gösterilmiştir. Formül girme işlemi, hesaplama yapılması gereken diğer satırlar için de aynı şekilde tekrarlanır. Şekil 3.28'de, kablunun kesit alanının hesaplanması için formülün nasıl girileceği gösterilmiştir. Formüllerin girilmesinden sonra **Excel** programı hızlıca hesaplamaları yapar ve değerler okunur.

İletken uzunluğu	l [m]	l [m]	ΔU
Nominal Akım	I_n [A]	$I_n = P_n / (\eta \cdot U \cdot \cos \varphi)$	11.49425287
Gerilim Düşüşü (%)	u [%]	$u [\%] = (200 \cdot \rho \cdot l \cdot P) / (S \cdot U^2)$	2.882340648
Hesaplanan İletken Kesiti (mm ²)	S [mm ²]	$S = (200 \cdot \rho \cdot l \cdot P) / (u) = (200 \cdot D2 \cdot D7 \cdot D9) / (D14 \cdot \text{POWER}(D3,2))$	
Seçilen İletken Kesiti (tablodan alınan değer)	S [mm ²]	tabloda verilen değer	2.5
Gerilim Düşüşü (%)	u [%]	tabloda verilen değer	5
Sürekli İzin Verilen Akım	I_t [A]	tabloda verilen değer	

Şek. 3.28

Bu görevdeki hesaplamalara dâhil olmayan büyüklükler için, başlangıç değeri olarak şu şekilde değerler alınır: Eğer bu büyüklükler belirli değerlerle çarpılıyorsa, başlangıç değeri olarak bir (1) alınır; eğer toplama işlemi yapılıyorsa, başlangıç değeri olarak sıfır (0) kabul edilir. Tepe yük, nominal akım, gerilim düşümü, iletkenin kesit alanı gibi değerler hesaplandıktan sonra hücrelerden okunur ve bu değerlerin iletken kesitinin belirlenmesi için gereken üç kriteri (termik, elektriksel ve mekanik) karşılayıp karşılamadığı tartışılır.

Daha sonra değerler, kitabın ekinde verilen tablolardaki uygun değerlerle düzeltilir.

Termik, elektriksel ve mekanik koşullar sağlanıyorsa, uygun iletken kesiti seçilir.

Son olarak, ampirik hesaplamayla elde edilen sonuçlar ile **Excel**'de yapılan hesaplamalardan elde edilen sonuçlar karşılaştırılır.



1. Doğru akım (DC) için iletkenin kesit alanının hesaplanması formülünü yazınız.
2. İki tüketici bağlandığında ve izin verilen gerilim düşüşü oranı $u\%$ biliniyorsa, iletkenin kesit alanı için hesaplama formülünü yazınız.

3. Verimlilik katsayısı η olan bir motor bağlandığında ve izin verilen gerilim düşüşü oranı $u\%$ biliniyorsa, iletkenin kesit alanı için hesaplama formülünü yazınız.



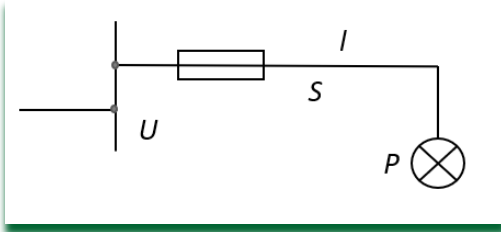
Alıştırmalar:

1. Gücü 2500 W olan bir elektrikli ısıtıcı, dağıtım panosuna bağlanmıştır. Dağıtım panosu 35 metre uzaklıktadır. Tüketiciyi besleyen gerilim 110 V'luk doğru akımdır. İletkenin kesit alanı hesaplanacaktır. Hesaplama **Excel** ile yapılacaktır.

2. Uzunluğu $l=50$ m olan bakır bir iletkenin kesit alanı belirlenecektir. Gücü $P_n=2$ kW olan bir tüketici bağlanmıştır. Tüketiciyi besleyen gerilim $U_n = 110$ V'luk doğru akımdır. İzin verilen gerilim düşüşü oranı %3'tür. Hesaplama **Excel** ile yapılacaktır.

3.6.2 Tek fazlı alternatif akım devrelerinde iletken kesitinin belirlenmesi

Monofaze şebeke iki iletkenle oluşturulmuştur. İletkenin kesitini belirlemek için, tüketici türü de dikkate alınmalıdır. Şekil 3.29'da, termik (ısıtıcı) bir tüketicinin bağlantısı için elektrik şeması gösterilmiştir.



Şek. 3.29

Termik (ısıtıcı) tüketicide, gerilim ve akım aynı fazdadır, direnç şu formülle hesaplanır:

$$R = \rho \frac{l}{S} \dots\dots\dots(3.34)$$

Gerilim düşümü şu şekilde ifade edilir:

$$u = R \cdot I = \rho \frac{2l}{S} \cdot \frac{P}{U} \dots\dots\dots(3.35)$$

gerilim düşüşünün yüzdesel ifadesi ise şu şekilde verilir:

$$u \% = \frac{u}{U} 100 = \frac{R \cdot I}{U} 100 = \rho \frac{2l}{S} \cdot \frac{P}{U^2} 100 = 200 \cdot \rho \frac{lP}{SU^2} \quad \dots\dots(3.36)$$

İletkenin kesit alanı şu formüle göre hesaplanır:

$$S = 200 \cdot \rho \cdot \frac{l \cdot P}{u\% \cdot U^2} \quad \dots\dots\dots(3.37)$$

Burada:

R [Ω] - İletkenin direnci,

I [A] - İletkenden geçen akım,

P [W] - Tüketicinin nominal gücü,

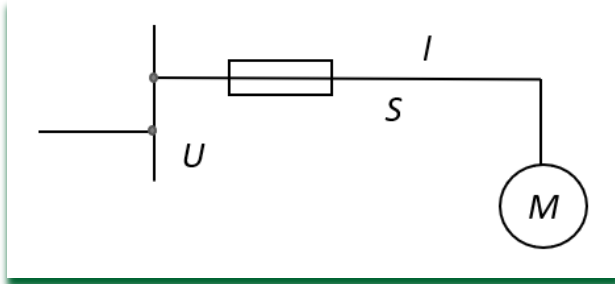
l [m] - İletkenin uzunluğu,

ρ [$\Omega\text{mm}^2/\text{m}$] - İletkenin özgül elektriksel direnci,

S [m^2] - İletkenin kesit alanı.

Sonuç: Termik (ısıtıcı) tüketiciler için iletkenin kesit alanını belirleme yöntemi, doğru akım beslemeli bir sisteme bağlı tüketici için uygulanan yöntemle aynıdır.

Karma yükler (rezistif-indüktif) için, güç faktörü $\cos\phi$ dikkate alınmalıdır. Şekil 3.30'da, motorun tüketici olarak bağlanması için elektrik şeması gösterilmiştir.



Şek. 3.30

Her bir tüketici için, iki telli bir hatta gerilim düşümü şu formülle hesaplanır:

3. Microsoft excel'de programlama araçları geliştirme

$$u = 2 \cdot R \cdot I \cos \varphi \quad \dots\dots\dots(3.38)$$

(3.34) ifadesinin (3.38) ifadesine yerleştirilmesiyle şu sonuç elde edilir:

$$u = \rho \frac{2l}{S} \cdot I \cdot \cos \varphi \quad \dots\dots\dots(3.39)$$

Gerilim düşümü ifadesi (3.39), gerilim düşümünün yüzde ifadesiyle (3.26) eşitlenirse şu denklem elde edilir:

$$\rho \frac{2l}{S} \cdot I \cdot \cos \varphi = \frac{U}{100} \cdot u\% \quad \dots\dots\dots(3.40)$$

(3.39) denkleminde, akım I , besleme gerilimi U , faz açısı (φ) ve izin verilen gerilim düşüşü $u\%$ % bilindiğinde, tek fazlı şebekelerde iletken kesitinin belirlenmesi için ifade elde edilir.

$$S = 100 \cdot 2 \cdot \rho \frac{l}{U \cdot u\%} \cdot I \cdot \cos \varphi \quad \dots\dots\dots(3.41)$$

Tüketicinin güç ifadesi $P = U \cdot I \cos \varphi$ (3.41) denklemine yerleştirildiğinde, alternatif (tek fazlı) akım devresinde tüketicinin gücü bilindiğinde iletken kesitinin belirlenmesi için denklem elde edilir:

$$S = 100 \cdot 2 \cdot \rho \frac{l}{U \cdot u\%} \cdot \frac{P}{U} = 200 \cdot \rho \frac{l \cdot P}{U^2 \cdot u\%} \quad \dots\dots\dots(3.42)$$

Tek fazlı şebekeye, verimlilik katsayısı η , olan bir motor bağlandığında, iletken kesitinin belirlenmesi için denklem şu şekildedir:

$$S = 200 \cdot \rho \cdot \frac{l \cdot P}{U^2 \cdot \eta \cdot u\%} \dots\dots\dots(3.43)$$

Eğer tek fazlı iletken birden fazla noktada yükleniyorsa, iletken kesitinin hesaplanmasında şu ifadeler kullanılır:

$$S = 200 \cdot \rho \frac{\sum(l \cdot P)}{U^2 \cdot u\%} \quad \text{ya da} \quad S = 200 \cdot \rho \frac{\sum(l \cdot I \cos \varphi)}{U \cdot u\%} \dots\dots(3.44)$$

Burada:

R [Ω] – İletkenin direnci,

I [A] – İletkenden geçen akım şiddeti,

P [W] – Tüketicinin nominal gücü,

l [m] – İletkenin uzunluğu,

ρ [$\Omega\text{mm}^2/\text{m}$] – İletkenin özgül elektriksel direnci,

S [mm^2] – İletkenin kesit alanı.

Birden fazla noktada yüke sahip tek fazlı şebeke için gerilim düşüşünün yüzde ifadesinin hesaplanmasında şu ifade kullanılır:

$$u\% = 100 \cdot \rho \frac{2 \sum(l \cdot P)}{SU^2} \dots\dots\dots(3.45)$$

Burada:

$$\sum(l \cdot P) = l_1 P_1 + l_2 P_2 + \dots + l_n P_n \dots\dots\dots(3.46)$$

Burada:

l_1, l_2, \dots, l_n sırasıyla iletkenlerin uzunluklarıdır P_1, P_2, \dots, P_n ise her bir tüketicinin ayrı ayrı güçleridir.

3. Microsoft excel'de programlama araçları geliştirme

2. İletkenin uzunluğu 40 m olup, 3000 W gücünde bir elektrikli ısıtıcıyı beslemektedir. Gerilim düşümünün yüzdesi %5, şebeke gerilimi $U=230V$ 'dir. İletken bakırdan yapılmışsa kesit alanı hesaplanacaktır. Excel kullanılarak hesaplama yapılacaktır.

Çözüm:

$U=230 V$, $u\%=5$, $l=40 m$.

Adım 1: Kesit alanının hesaplanması için türetilmiş formüle bilinen değerleri yerleştirerek hesaplama yapılır:

$$S = 200 \cdot \rho \frac{l \cdot P}{U^2 \cdot u\%} = 200 \cdot \rho \frac{40 \cdot 3000}{230^2 \cdot 5} = 90,737 \cdot \rho$$

İletken bakırdan yapıldığı için $\rho_{Cu} = 0,01724 \Omega mm^2/m$ değerine sahiptir. Bu durumda kesit alanı:

$$S = 1,564 mm^2 .$$

Elde edilen kesit alanı $1,564 mm^2$ olup, $1,5 mm^2$ kesitli iletkenin büyüktür. Elektriksel şartları karşılamak için bir sonraki daha büyük kesitli iletken seçilir, yani $2,5 mm^2$. Bu bakır iletkenin geçebilecek maksimum izin verilen akım $18 A$ 'dir (Ek 1).

Adım 2: Termik şartın sağlanıp sağlanmadığı kontrol edilir. İletkenin geçmesi gereken nominal akım şiddeti:

$$I = \frac{P}{U} = \frac{3000}{230} = 13,04 A$$

Hesaplanan akım değeri, tablodan (Ek 1) alınan maksimum izin verilen akım değeri ile karşılaştırılır. Hesaplanan değer, sürekli izin verilen değerden daha düşükse iletken aşırı ısınmaz. Seçilen iletken termal şartı karşılar.

Not: Nominal akım maksimum izin verilen akımdan büyükse, iletken kesiti artırılır.

Adım 3: Son olarak mekanik kriter kontrol edilir. Kesit alanı minimum izin verilen kesitten küçükse, bu şartı sağlamak için kesit alanı büyütülmelidir. Tablo 3.13'e bakıldığında mekanik şartın sağlandığı belirlenmiştir.

Excel'de Hesaplama

Alternatif (tek fazlı) akımlı bir devrede iletken kesitinin belirlenmesi için hesaplama yapmak üzere yeni bir **Excel** dosyası açılmalıdır. Dosya adı monofazna.xlsx olarak belirlenir. Alternatif akımlı devrede iletken kesitinin hesaplanması için gerekli büyüklüklerin yer aldığı tablo 3.15 oluşturulur.

Tablo 3.15: Alternatif (tek fazlı) akımlı devrede iletken kesitinin hesaplanması

Hesaplamalar için gereken büyüklükler	Sembol, [ölçü birimi]	Formül	Büyüklik değerleri
Özgül elektrik direnç (özdirenç)	ρ [$\Omega\text{mm}^2/\text{m}$]	ρ [$\Omega\text{mm}^2/\text{m}$]	
Gerilim	U_f [V]	U [V]	
Tüketici gücü	P_n [W]	P_n [kW]	
Eşzamanlılık katsayısı	K	K	
Verimlilik katsayısı	η	η	
Maksimum yük	P_v [W]	$P_v = P_n / \eta$	
Güç faktörü	$\cos\phi$	$\cos\phi$	
İletken uzunluğu	l [m]	l [m]	
Nominal akım - tek fazlı	I_n [A]	$I_n = P_n / (\eta * U * \cos\phi)$	
Sürekli izin verilen akım	I_t [A]	Tablodan alınan değer	

3. Microsoft excel'de programlama araçları geliştirme

Kablo sayısı için düzeltme katsayısı	$K1$	$K1$	
Sıcaklık için düzeltme katsayısı	$K2$	$K2$	
Düzeltilmiş akım	I_k [A]	$I_k = I_t * K1 * K2 (I_k = I_n / K1 * K2)$	
Gerilim düşümü yüzdesi – tek fazlı	u [%]	u [%] = $(200 * \rho * I * P) / (S * U^2)$	
Hesaplanan iletken kesiti	S [mm ²]	$S = (200 * \rho * I * P) / (u * U^2)$	
Seçilen iletken kesiti	S [mm ²]	Tablodan alınan değer	
Gerilim düşümü yüzdesi – tek fazlı	u [%]	Tablodan alınan değer	

Tablonun ilk sütununa, hesaplama işlemi için gerekli büyüklükler girilir; ikinci sütuna, her bir büyüklüğün sembolleri ve birimleri yazılır; üçüncü sütuna, hesaplamaların yapılacağı formüller kaydedilir ve en sağdaki dördüncü sütunda ise büyüklüklerin değerleri elde edilir. Hesaplama için gerekli büyüklükler tabloya eksiksiz olarak doldurulur.

Görevde verilen bilinen büyüklüklerin değerleri girilir. Örneğin, tüketicinin güç değeri ya da beslendiği gerilim bilinen büyüklüklerdendir. Verim katsayısı da görevde belirtilmiş bilinen bir değerdir. İletkenin yapıldığı malzemenin özgül elektrik direnci de önceden bilinen bir büyüklük olarak kabul edilir.

Bazı büyüklükler ise hesaplama yoluyla belirlenir. Bu tür hesaplamaların yapıldığı satırlar, sonuçların daha kolay fark edilip okunabilmesi için tabloda farklı bir renkle işaretlenmiştir. Örneğin: tepe yük hesaplanır, iletkenin geçen nominal akım bulunur vb. Tabloda, "büyüklüklerin değerleri" başlıklı sütuna hesaplamaların yapılacağı uygun formüller yazılır. Şekil 3.31'de kablunun kesit alanını hesaplamak için formülün nasıl girildiği gösterilmiştir.

A	B	C	D	E
Açıklama	Sembol [Birim]	Formül	Değer	
Özgül elektrik direnci	ρ [$\Omega\text{mm}^2/\text{m}$]	ρ [$\Omega\text{mm}^2/\text{m}$]	0.01724	
Gerilim (faz-gerilim)	U_f [V]	U [V]	230	
Tüketici gücü	P_n [W]	P_n [kW]	3000	
Talep katsayısı	K	K	1	
Verimlilik katsayısı	η	η	1	
Tepe yük	P_v [W]	$P_v = P_n / \eta$	3000	
Güç faktörü	$\cos \varphi$	$\cos \varphi$	1	
İletken uzunluğu	l [m]	l [m]	40	
Nominal akım – monofaz	I_n [A]	$I_n = P_n / (\eta * U * \cos \varphi)$	13.04347826	
Sürekli izin verilen akım	I_r [A]	tabloda verilen değer	18	
Kablo sayısı düzeltme katsayısı	$K1$	$K1$	1	
Sıcaklık düzeltme katsayısı	$K2$	$K2$	1	
Düzeltilmiş akım	I_k [A]	$I_k = I_r * K1 * K2 (I_k = I_n / K1 * K2)$	13.04347826	
Gerilim düşüşü – monofaz	u [%]	$u [\%] = (200 * \rho * I * P) / (S * U^2)$	3.13	
Hesaplanan iletken kesiti	S [mm^2]	$S = (200 * \rho * I * P) / (S * U^2)$	2.50	
Seçilen iletken kesiti (tablodan alınan)	S [mm^2]	tabloda verilen değer	2.50	
Gerilim düşüşü – monofaz	u [%]	tabloda verilen değer	5	

Şek. 3.31

Görselde, bir büyüklük için formül girilmesi gösterilmektedir. Formül girme işlemi, hesaplama yapılması gereken diğer satırlar için de aynı şekilde tekrarlanır. Tüm formüller girildikten sonra Excel programı hızlıca hesaplamaları yapar ve değerler okunur.

Yeni büyüklükler arasında, kurulum sırasında birden fazla iletkenin yerleştirilmesi durumunda kullanılan düzeltme katsayısı, sıcaklık düzeltme katsayısı ve monofaze akım için tüketici tipine bağlı olarak güç faktörü yer alır. Bu hesaplama kapsamında yer almayan büyüklükler için, eğer bu büyüklükler başka değerlerle çarpılıyorsa başlangıç değeri olarak "bir", eğer toplanıyorsa "sıfır" alınır.

Tepe yük, nominal akım, gerilim düşümü ve iletken kesiti gibi büyüklükler hesaplandıktan sonra, ilgili hücrelerden bu değerler okunur ve iletken kesitinin belirlenmesi için üç kriteri (termik, elektriksel ve mekanik) karşılayıp karşılamadığı tartışılır.

Değerlerde gerekli düzeltmeler, kitap ekinde verilen tablolardaki uygun değerlerle yapılır.

3. Microsoft excel'de programlama araçları geliştirme

Eğer termik, elektriksel ve mekanik koşullar sağlanıyorsa uygun iletken kesiti seçilir.

Ayrıca, **Excel** ile yapılan hesaplamalar ile deneysel (empirik) yöntemle elde edilen sonuçlar karşılaştırılır.

3. Görev: 16 A akım ve 220 V gerilimle çalışan bir monofaze prize bağlı tüketicinin beslenmesi için gerekli bakır kablo kesitini belirleyiniz. Kablo, duvara gömülü bir boru içinde sıva altına dönecek ve ortam sıcaklığı 40 °C olacaktır. Kablo uzunluğu 17 metredir. Hesaplama **Excel** yardımıyla yapılmalıdır.

Çözüm: Bu durumda izin verilen gerilim düşümü oranı %5'tir. Ortam sıcaklığı 40 °C olduğu için, sıcaklık düzeltme katsayısı olarak $K1=0,87$ alınır.

Verilen değerler: Uzunluk: $l=17$ m, Nominal akım: $I_n=16$ A alınır.

Güç formülü ile hesaplanır:

$$P = U \cdot I \cos \alpha$$

enine kesit

$$S = 200 \cdot \rho \frac{l \cdot P}{U^2 \cdot u\%}$$

alanının değiştirilmesiyle şu elde edilir:

$$S = 200 \cdot \rho \frac{l \cdot U \cdot I}{U^2 \cdot u\%} = 200 \cdot \rho \frac{l \cdot I}{U \cdot u\%} = 200 \cdot 0,01724 \cdot \frac{17 \cdot 16}{220 \cdot 5} = 0,8526 \text{ mm}^2$$

Tüketici türü belirtilmediğinden, akım ve gerilimin aynı fazda olduğu varsayılır ve bu durumda $\cos \varphi = 1$ olarak alınır.

Elde edilen sonuca göre, iletkenin kesit alanının 1,5 mm² olduğu kabul edilir.

Düzeltilmiş akım değeri (3.21) bağıntısı ile ifade edilir ve hesaplanır:

$$I_k = \frac{I_n}{K1 \cdot K2} = \frac{16}{0,87 \cdot 1} = 18,39 \text{ A}$$

Duvar içindeki kurulum borusuna yerleştirilmiş iletkenin B dağıtım hattına ait olması nedeniyle, düzeltilmiş akım değeri 18,39 A olduğunda, buna karşılık gelen 2,5 mm² iletken kesit alanına sahip bir sonraki daha büyük 23 A değeri seçilir (Ek 1).

EXCEL'de Hesaplamalar

Bu alıştırıma ait hesaplamalar, monofaza2.xlsx adlı dosyada yapılmıştır. Alternatif akım devresinde iletken kesitinin hesaplanması için gerekli büyüklükleri içeren bir tablo oluşturulmuştur. Görev şartlarında bilinen büyüklükler olarak akım şiddeti, iletkenin uzunluğu, gerilim, gerilim düşümü verilmiştir; ayrıca bu örnekte sıcaklık değişken bir büyüklük olarak yer almaktadır. Sıcaklık değiştirildiğinde, iletkenin geçen akım üzerinde düzeltme yapılır. Bu düzeltme değeri, tablodan okunan 0,87 katsayısı ile uygulanır. Bu örnekte hesaplanması gereken büyüklükler şunlardır: kurulu güç, tepe yük, kesit alanı ve gerilim düşümü.

Büyüklüklerin formülleri, ilgili sütunlara girilir. Excel'deki hesaplama işlemi Şekil 3.32'de gösterilmiştir.

LN	A	B	C	D	E
	Açıklama	Sembol [Birim]	Formül	Değer	
2	Özgül elektrik direnci	ρ [$\Omega\text{mm}^2/\text{m}$]	ρ [$\Omega\text{mm}^2/\text{m}$]	0.01724	
3	Gerilim (faz-gerilim)	U_f [V]	U [V]	230	
4	Tüketici gücü	P_n [W]	P_n [kW]	3000	
5	Talep katsayısı	K	K	1	
6	Verimlilik katsayısı	η	η	1	
7	Tepe yük	P_v [W]	$P_v = P_n / \eta$	3000	
8	Güç faktörü	$\cos \varphi$	$\cos \varphi$	1	
9	İletken uzunluğu	l [m]	l [m]	40	
10	Nominal akım – monofaz	I_n [A]	$I_n = P_n / (\eta * U * \cos \varphi)$	13.04347826	
11	Sürekli izin verilen akım	I_t [A]	tabloda verilen değer	18	
12	Kablo sayısı düzeltme katsayısı	$K1$	$K1$	1	
13	Sıcaklık düzeltme katsayısı	$K2$	$K2$	1	
14	Düzeltilmiş akım	I_k [A]	$I_k = I_n * K1 * K2$	1.71	
15	Gerilim düşüşü – monofaz	u [%]	$u = (I_k * l * \rho) / U$		
16	Hesaplanan iletken kesiti	S [mm ²]	$S = (I_k^2 * l * \rho) / (U^2 * (1 - u))$		
17	Seçilen iletken kesiti (tablodan alınan)	S [mm ²]	tabloda verilen değer	2.50	
18	Gerilim düşüşü – monofaz	u [%]	$u = (I_k^2 * l * \rho) / (U^2 * (1 - u))$	5	

Şek. 3.32

3. Microsoft excel'de programlama araçları geliştirme

Tüketicinin gücü, tepe yük, gerilim düşümü ve iletkenin kesit alanı hesaplandıktan sonra, bu değerler ilgili hücrelerden okunur ve iletken kesitinin belirlenmesi için gerekli olan üç kriteri karşılayıp karşılamadıkları tartışılır.

Değerler, kitabın ekinde verilen tablolardaki uygun katsayılarla düzeltilir.

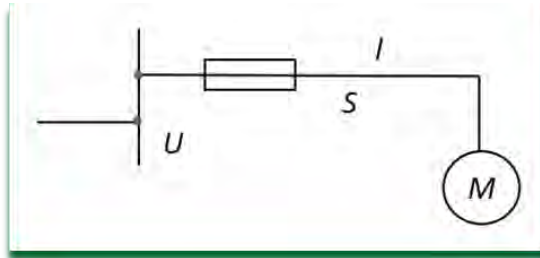
Eğer termik, elektriksel ve mekanik şartlar sağlanıyorsa, uygun iletken kesiti seçilir.

Son olarak, empirik hesaplama yöntemiyle elde edilen sonuçlar ile **Excel** hesaplama sonuçları karşılaştırılır.



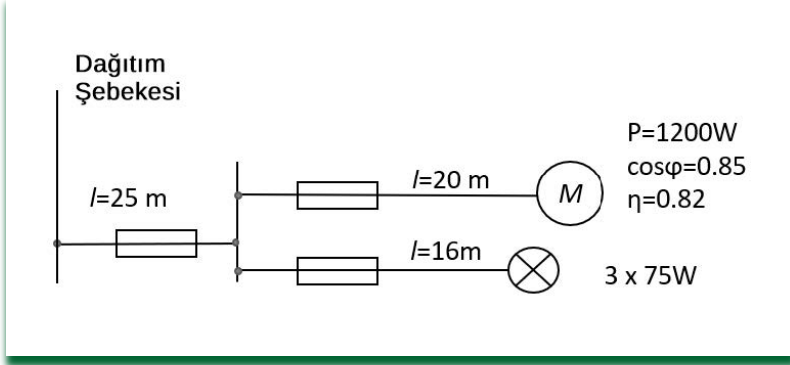
Alıştırmalar:

4. Gücü $P=7$ kW, olan bir elektromotorun beslenmesinde kullanılan alüminyumdan yapılmış bir kablonun kesit alanını belirleyiniz (bkz. Şekil 3.33). Motorun verim katsayısı $\eta=0,85$ güç faktörü $\cos\phi=0,82$, ve kablo uzunluğu $l=30$ m olarak verilmiştir. Hesaplama **Excel** yardımıyla yapılmalıdır.



Şek. 3.33

5. Her bir iletkenin kesit alanı tek tek belirlenmelidir (bkz. Şekil 3.34). Bu iletkenlere, şekildeki elektrik şemasında özellikleri verilen tüketiciler bağlıdır. Ayrıca, monofaz dağıtım şebekesine bağlı olan ana besleme hattının kesit alanı da belirlenmelidir. Hesaplama işlemi **Excel** yardımıyla yapılmalıdır.

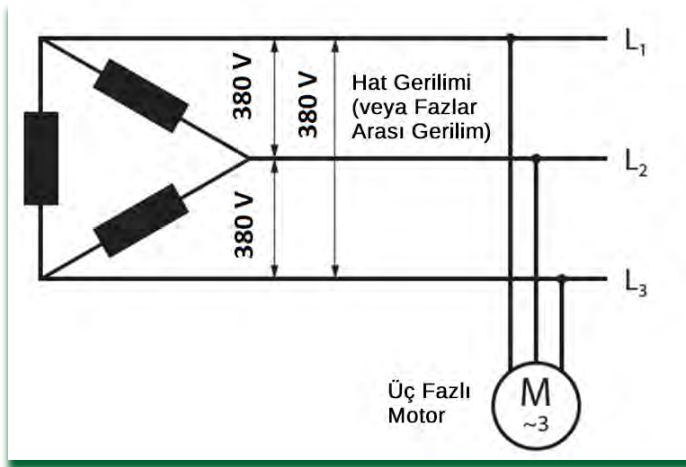


Şek. 3.34

3.6.3 Üç fazlı alternatif akım devrelerinde iletken kesitinin belirlenmesi

Üç fazlı alçak gerilim şebekesi üç veya dört iletkenle yapılır. Endüstrideki elektromotorlu tahrikleri veya elektrikli fırınları beslemek için üç iletkenli üç fazlı bir şebeke kullanılır. Bu üç fazlı şebekede iletkenlere faz iletkenleri denir ve iletkenler arasındaki gerilim hat gerilimidir.

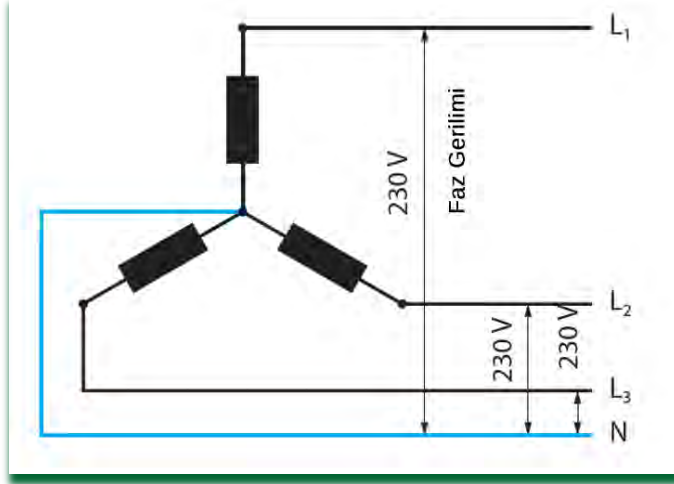
Şekil 3.35'te üçgen şeklinde bağlanmış üç fazlı bir sistemdeki üç fazlı bir motor gösterilmektedir.



Şek. 3.35

3. Microsoft excel'de programlama araçları geliştirme

Üç fazlı dört iletkenli ağlar, üç faz iletkeninin yanı sıra, transformatörün yıldız noktasını topraklama ile bağlayan dördüncü, sıfır iletken içerir. Faz iletkenleri arasındaki gerilim, **hat gerilimi** (U_l) olarak adlandırılır, faz ve sıfır iletken arasındaki gerilim ise **faz gerilimi** (U_f) olarak adlandırılır. Şekil 3.36'da, yıldız bağlantılı ve dördüncü nötr iletken içeren üç fazlı bir sistem gösterilmektedir.



Şek. 3.36

Faz gerilimi ve hat gerilimi arasındaki bağımlılık aşağıdaki formülle belirlenir:

$$U_l = U_f \cdot \sqrt{3} \quad \dots\dots\dots(3.47)$$

İletkenin direnç değeri şu formüle göre hesaplanır:

$$R = \rho \frac{l}{S}$$

Üç fazlı bir tüketicinin gücü şu formülle belirlenir:

$$P = \sqrt{3} \cdot U_l \cdot I \cdot \cos \varphi \quad \dots\dots\dots(3.48)$$

Üç fazlı bir tüketiciden geçen akım:

$$I = \frac{P}{\sqrt{3} \cdot \cos \varphi U_l} \dots\dots\dots(3.49)$$

Gerilim düşüşü için şu şekilde yazılabilir:

$$u = \sqrt{3} \cdot R \cdot I \cdot \cos \varphi = \sqrt{3} \cdot \rho \frac{l}{S} \cdot \frac{P}{\sqrt{3} \cdot \cos \varphi U_l} \cdot \cos \varphi = \rho \frac{l P}{S U_l} \dots(3.50)$$

Eğer eşitlik (3.50) düşüş gerilimi ifadesiyle eşitlenirse, elde edilir:

$$\rho \frac{l P}{S U_l} = \frac{U_l}{100} u\% \dots\dots\dots(3.51)$$

Üç telli veya dört telli üç fazlı bir ağ için iletkenin kesit alanını hesaplama formülü şöyle türetilir:

$$S = 100 \cdot \rho \frac{l \cdot P}{U_l^2 \cdot u\%} \quad \text{Ya da} \quad S = 100 \cdot \rho \frac{\sqrt{3} \cdot l \cdot I \cdot \cos \varphi}{U_l \cdot u\%} \dots(3.52)$$

U_l çizgi geriliminin değeridir.

Bir motor tüketici olarak bağlanırsa, iletkenin kesit alanı aşağıdaki formüle göre hesaplanacaktır:

$$S = 100 \cdot \rho \frac{l \cdot P}{U_l^2 \cdot u\%} \dots\dots\dots(3.53)$$

η motorun verimlilik katsayısıdır.

Eğer iletken birden fazla yerde yüklü ise, gerilim düşüşünün yüzde hesaplaması için aşağıdaki ilişki kullanılır:

3. Microsoft excel'de programlama araçları geliştirme

$$u\% = 100 \cdot \rho \frac{\sum(l \cdot P)}{S U_l^2} \dots\dots\dots(3.54)$$

Enine kesit hesaplaması için şu formül kullanılır:

$$S = 100 \cdot \rho \frac{\sum(l \cdot P)}{U_l^2 \cdot u\%} \dots\dots\dots(3.55)$$

4. Gücü 6,1 kW, verimlilik katsayısı $\eta = 0,86$ ve güç faktörü $\cos \varphi = 0,84$. olan bir elektrik motorunu beslemek için bir bakır iletkenin kesitini belirleyin. İletkenin uzunluğu 30 m'dir. 35 °C sıcaklıkta 4 iletkenli bir kablo dolabına yerleştirilmiştir. Elektrik motorunu besleyen hat gerilimi 380 V'tur. Hesaplama Excel kullanılarak yapılacaktır.

Çözüm:

Adım 1: Tepe yükü belirlenir:

$$P_v = \frac{P_n}{\eta} = \frac{6100}{0,86} = 7093,02 \text{ W}$$

Adım 2: Bilinen değerlerle iletkenin minimum kesit alanını hesaplıyoruz. Elektrik motoru için izin verilen gerilim düşüşü % 5'tir.

$$S = 100 \cdot \rho \frac{l \cdot P_v}{U_l^2 \cdot u\%} = \frac{100 \cdot 0,01724 \cdot 30 \cdot 7093,02}{380^2 \cdot 5} = 0,508 \text{ mm}^2$$

İlk büyük kesit 1,5 mm²'dir ve kalıcı izin verilen akım 14 A'dir. (Ek 7)

Adım 3: Elektrik motorunun nominal akımı:

$$I_n = \frac{P_v}{\sqrt{3} \cdot U_l \cdot \cos\varphi} = \frac{7093,02}{1,73 \cdot 380 \cdot 0,84} = 12,845 \text{ A}$$

Kalıcı izin verilen akım şu koşulla belirlenmiştir:

$$I_{td\ 35^\circ C,4 \text{ kablo}} = K1 \cdot K2 \cdot I_{td\ 30^\circ C,1 \text{ kablolar}} \geq I_n$$

Nominal akım üzerinde düzeltme yapılmalıdır çünkü çevre sıcaklığı 35 °C ve dolapta kablo sayısı 4'tür. Düzeltici faktörler K1=0,70 (Ek 5) ve K2=0,94 (Ek 3) kullanılarak, düzeltilmiş sürekli izin verilen akım değeri şu şekilde elde edilir:

$$I_k = \frac{I_n}{K1 \cdot K2} = \frac{12,845}{0,70 \cdot 0,94} = 19,52 \text{ A}$$

Elektrik motorunun çalışmaya başlaması sırasında akım %50 artmaktadır.

$$I_z = 1,5 \cdot I_k = 29,28 \text{ A}$$

Kablo dolabına takılan kablo, B2 tipi kablo grubuna aittir, bu nedenle akımın termal koşullarını karşılamak için 6 mm² kesit ve 33 A sürekli izin verilen akım seçilir (Ek 7).

Adım 4: Mekanik koşulu sağlamak için 10 mm² kesitli bir kablo seçilmelidir.

EXCEL'de Hesaplamalar

Akım (üç fazlı) devresinde bir iletkenin kesitini hesaplamak için, trofazna.xlsx adlı bir **Excel** belgesinde hesaplama yapılır. Üç fazlı akım devresinde bir iletkenin kesitini hesaplamak için gerekli olan büyüklüklerin bulunduğu 3.16 tablosu oluşturulur.

3. Microsoft excel'de programlama araçları geliştirme

Tablo 3.16: İletken Kesitinin Alternatif Akım (Üç Fazlı) Devrede Hesaplanması

Hesaplama için gerekli büyüklükler	Sembol [ölçü birimi]	Formül	Büyükliklerin değerleri
Özgül elektrik direnci	ρ [$\Omega\text{mm}^2/\text{m}$]	ρ [$\Omega\text{mm}^2/\text{m}$]	
Gerilim	U_f/U_l [V]	U [V]	
Tüketicinin gücü	P_n [W]	P_n [kW]	
Eşzamanlılık katsayısı	K	K	
Verim katsayısı	η	η	
Tepe yük	P_v [W]	$P_v = P_n / \eta$	
Güç faktörü	$\cos \varphi$	$\cos \varphi$	
İletken uzunluğu	l [m]	l [m]	
Kablo sayısı için düzeltme katsayısı	K_1	K_1	
Sıcaklık için düzeltme katsayısı	K_2	K_2	
Nominal akım - üç faz	I_n [A]	$I_n = P_n / (1,73 * \eta * U * \cos \varphi)$	
Düzeltilmiş akım	I_k [A]	$I_k = I_n * K_1 * K_2$ ($I_k = 1,5 * I_n / (K_1 * K_2)$)	
Elektrik motorunun ilk çalışma (kalkış) akımı	I_z [A]	$I_z = 1,5 * I_k$	
Gerilim düşümü yüzdesi - üç faz	u [%]	$u [\%] = (100 * \rho * l * P) / (S * U^2)$	
Hesaplanan iletken kesiti	S [mm^2]	$S = (100 * \rho * l * P) / (u * U^2)$	
Seçilen iletken kesiti	S [mm^2]	Tablodan alınan değer	
Üç fazlı sistemde gerilim düşümü (tabloda verilen değer)	u [%]	Tablodan alınan değer	

“Formül” sütununa, hesaplamaların yapılacağı formüller girilir. “Büyükliklerin değerleri” sütununa ise, görevde verilen değerler ile birlikte, hesaplamaların yapılacağı formüller de eklenir.

Bu görevde, iletkenin kesit alanı hesaplamasını etkileyen ek büyüklikler olarak şunlar yer almaktadır: Sıcaklık düzeltme katsayısı, kablo sayısı düzeltme katsayısı, verim katsayısı ve güç faktörü (bkz. Şekil 3.37).

A	B	C	D
Açıklama	Sembol [Birim]	Formül	Değer
Özgül elektrik direnci	ρ [$\Omega\text{mm}^2/\text{m}$]	ρ [$\Omega\text{mm}^2/\text{m}$]	0.01724
Gerilim	U_f/U_l [V]	U [V]	380
Tüketici gücü	P_n [W]	P_n [kW]	6100
Talep katsayısı	K	K	1
Verimlilik katsayısı	η	η	0.86
Tepe yük	P_v [W]	$P_v = P_n / \eta$	7093.023256
Güç faktörü	$\cos\phi$	$\cos\phi$	0.84
İletken uzunluğu	l [m]	l [m]	20
Kablo sayısı düzeltme katsayısı	$K1$	$K1$	0.7
Sıcaklık düzeltme katsayısı	$K2$	$K2$	0.94
Nominal akım – üç faz	I_n [A]	$I_n = P_n / (1.73 * \eta * U * \cos\phi)$	12.84465364
Düzeltilmiş akım	I_k [A]	$I_k = I_n * K1 * K2$ ($I_k = I_n / K1 * K2$)	19.52075022
Cihazın çalışması için ilk akım (EMI)	I_z [A]	$I_z = 1.5 * I_k$	29.28112532
Gerilim düşüşü – üç faz	u [%]	u [%] = $(100 * \rho * I * P) / (S * U^2)$	0.002629051
Hesaplanan iletken kesiti	S [mm^2]	$S = (100 * \rho * I * P) / (u * U^2)$	0.012703158
Seçilen iletken kesiti	S [mm^2]	Tablodan alınan değer	2.5
Gerilim düşüşü – üç faz	u [%]	Tablodan alınan değer	5

Şekil 3.37

Tabloda renkli olarak belirtilmiş büyükliklerin değerleri hesaplandıktan sonra, ilgili hücrelerden okunur ve bu değerlerin iletken kesitinin belirlenmesi için gerekli olan üç kriteri karşılayıp karşılamadığı tartışılır. Değerler, kitabın Ek 7’inde verilen uygun değerlerle düzeltilir.

Termik, elektriksel ve mekanik şartlar sağlanıyorsa, uygun iletken kesiti seçilir.

Empirik hesaplama ile elde edilen sonuçlarla, **Excel** hesaplamaları karşılaştırılır.

3. Microsoft excel'de programlama araçları geliştirme



1. Faz ve hat (line) gerilimi arasındaki bağıntıyı yazınız.
2. Üç fazlı bir sistemde gerilim düşümü hesaplama ifadesini yazınız.
3. Bir iletkene birden fazla yük bağlandığında kesit alanı hesaplama ifadesini yazınız.



Alıştırmalar:

1. 3000 W gücünde bir üç fazlı fırın, dağıtım panosuna 45 metre uzaklıkta bağlanmıştır. Bakır iletkenin kesit alanı belirlenmelidir. Hesaplama **Excel** yardımıyla yapılmalıdır.
2. Polivinil klorür (PVC) yalıtımlı alüminyum kablunun kesit alanını belirleyiniz. Kablo, duvar içi tesisat borusu içinde döşenmiştir ve bir elektrik motorunu beslemektedir. Motorun gücü: $P = 8 \text{ kW}$, Verim katsayısı: $\eta = 0,80$, Güç faktörü: $\cos \varphi = 0,82$, Kablo uzunluğu: $l = 15 \text{ m}$, Hat gerilimi: $U = 380 \text{ V}$. Hesaplama **Excel** yardımıyla yapılmalıdır.

Tablo 3.17: Sıcaklık için düzeltici faktör

Sıcaklık (C)	15	20	25	30	35	40	45
K2	1,15	1,10	1,05	1,00	0,94	0,87	0,82

Tablo 3.18: Kanal içindeki kablo sayısı için düzeltme faktörü

Kablo sayısı	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
K1	1,00	0,90	0,80	0,75	0,70	0,65	0,60	0,60	0,60	0,60

İletkenin gerilim düşüşü hesaplama formülleri	Güç kaynağı türü
$u\% = 200 \cdot \rho \frac{l}{S} \cdot \frac{P}{U^2}$	Tek yönlü akım
$u\% = 200 \cdot \rho \frac{l \cdot P}{U^2 \cdot S}$	Alternatif (monofaz) akım
$u\% = 100 \cdot \rho \frac{l \cdot P_v}{U_l^2 \cdot S}$	Alternatif (üç fazlı) akım için

İletkenin kesit alanını hesaplama formülleri	Güç kaynağı türü
$S = 200 \cdot \rho \frac{l}{u\%} \cdot \frac{P}{U^2}$	Tek yönlü akım
$S = 200 \cdot \rho \frac{l \cdot P}{U^2 \cdot u\%}$	Alternatif (monofaz) akım
$S = 100 \cdot \rho \frac{l \cdot P_v}{U_l^2 \cdot u\%}$	Alternatif (üç fazlı) akım için

3.7 Topraklama

3.7.1 Topraklama Kavramı

Topraklama, korunan bir alıcının veya tesisattaki iletken bölümlerin toprakla elektriksel olarak bağlanması, yani paratoner sisteminin toprakla bağlantısının topraklayıcı bir düzenek aracılığıyla kurulmasıdır.

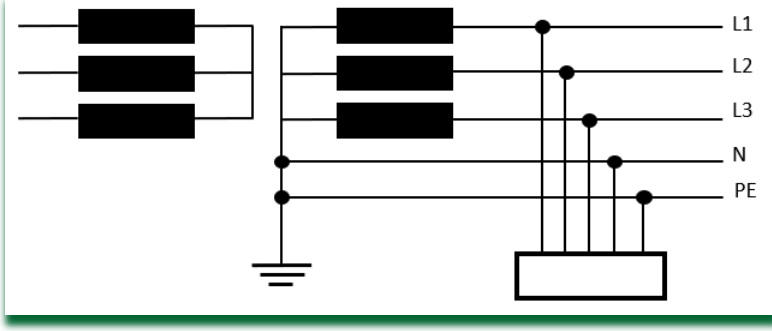
Topraklamanın amacı: İnsanları, sürekli gerilim altında bulunan parçalardan ve normalde gerilim altında olmayan ancak arıza durumunda gerilim taşıyabilecek parçalardan korumaktır. Elektrik cihazlarının ve tesislerin doğru çalışmasını sağlamak ve Gerilimdeki değişken durumlarda gerilimi dengelemek ve sistemin kararlılığını korumaktır.

Amaçlarına göre topraklama

Amaçlarına göre topraklama şu şekilde olabilir:

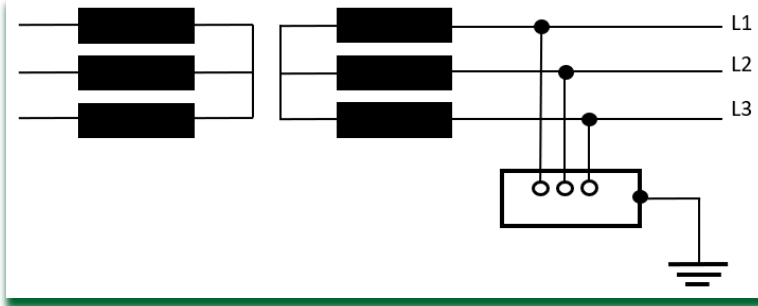
- Çalışma (işletme) topraklaması;
- Koruyucu topraklama;
- Paratoner topraklaması;
- Ortak topraklama.

İşletme (üretim) topraklaması, tesisatın üretim devresine ait olan kısmının topraklanmasıdır. Doğrudan veya ek aktif veya reaktif dirençler aracılığıyla yapılabilir, bu nedenle doğrudan veya dolaylı işletme topraklaması olabilir. Örneğin: Bir transformatörün yıldız noktasının işletme topraklaması Şekil 3.38'de gösterilmiştir.

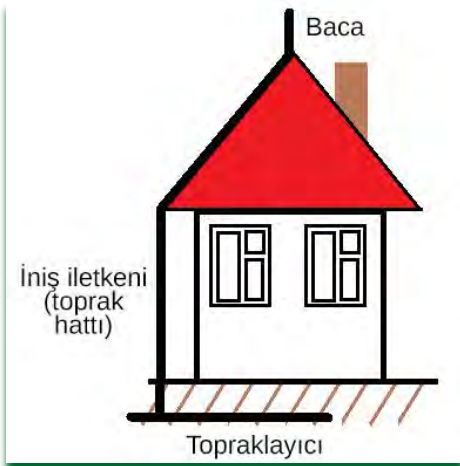


Şek. 3.38

Koruma topraklaması, insanların temas ettiği tehlikeli gerilimden korunması için kullanılır ve tüm elektrik tesisatındaki genellikle gerilim altında olmayan metal parçaların toprak iletkeniyle bağlanmasıyla gerçekleştirilir. Şekil 3.39'da, uygulanan koruma topraklaması sistemi gösterilmektedir.



Şek. 3.39

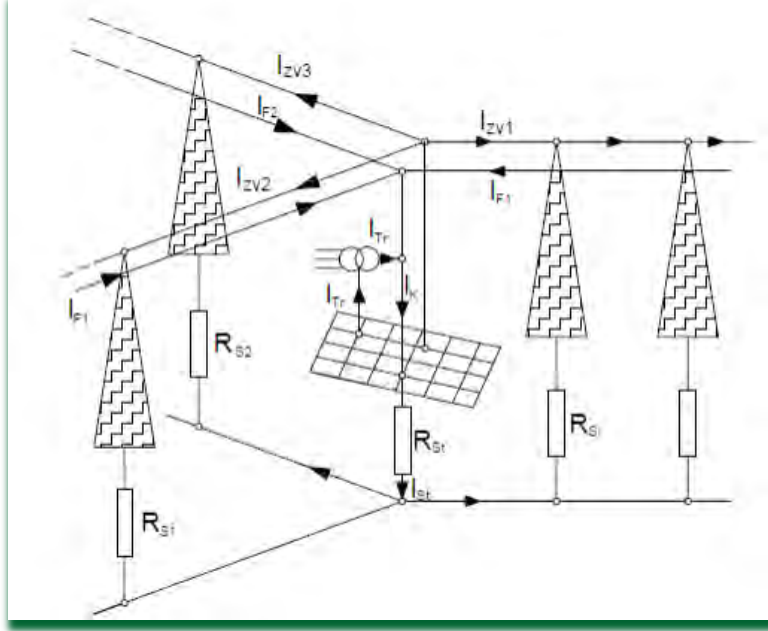


Yıldırım topraklaması, atmosferik boşalmanın akımlarını toprağa yönlendirmek için kullanılan yıldırım topraklama tesisinin topraklamasıdır. Bir yıldırım topraklama sistemi, Şekil 3.40'da gösterilmiştir.

Şek. 3.40

3. Microsoft excel'de programlama araçları geliştirme

Koruma, çalışma ve yıldırım topraklamasının **birleştirilmesiyle ortak (birleşik) topraklama** elde edilir (3.41). Bu tür topraklama için düzenlemeler katıdır, bu nedenle direnci $0,2 \Omega$ 'den az olmalıdır ($R \leq 0,2 \Omega$).



Şek. 3.41

Topraklama üç bölümden oluşur:

- Topraklama iletkenleri;
- Jeolojik zemin veya toprak (zemin);
- Topraklayıcı.

Topraklama iletkenleri, koruyucu alıcıyı veya koruyucu kesiciyi topraklama iletkenine bağlar. Bu iletkenler çıplak veya yalıtılmış olabilir.

Topraklayıcı, toprağa yerleştirilmiş ve toprakla doğrudan temasın sağlandığı bir veya daha fazla iletkendir.

3.7.2 Topraklayıcılar ve Topraklayıcı Türleri

Yürürlükteki standartlara göre, topraklayıcılar aşağıdakilere göre sınıflandırılabilir:

- Yapıldıkları malzeme;
- Topraklayıcıların yapım şekli;
- Yerleştirildikleri ortam;
- Topraklayıcının şekli.

Topraklama cihazları, yapıldıkları malzemeye göre şunlar olabilir:

- **Bakır** (dış yüzeyi çinko, kurşun veya kalay kaplı veya kaplamasız);
- **Çinko kaplı** (galvanizli çelik FeZn);
- **Önceki iki malzemenin kombinasyonu.**

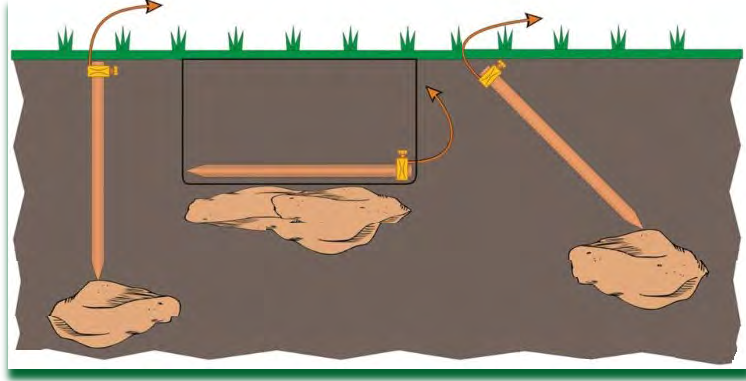
İletkenlerin yapıldığı malzeme, kesitleri ve yapım şekli, tüm teknik tavsiyeleri ve standartları karşılamalıdır, çünkü topraklama cihazı, toprakla kısa devrelerdeki akım yüklerine, mekanik gerilmelere ve korozyon etkilerine dayanmalıdır.

Yapım şekline göre, topraklamalar (Şekil 3.42) olarak ayrılır:

- **Yatay (yüzeysel) topraklayıcılar**, toprağa sığ bir derinlikte (genellikle 0,5 m ile 1 m arasında) yerleştirilmiş yatay iletkenlerden (elektrotlardan) oluşur. Bu topraklayıcılar şerit, tel, ağ, ışınal (yıldız biçiminde), halka şeklinde ya da bu şekillerin kombinasyonu olarak uygulanabilir.
- **Dikey (derinlik tipi) topraklayıcılar**, bir veya birden fazla topraklayıcının dikey olarak toprağa yerleştirilmesiyle oluşturulur ve aralarında bağlantı bulunur. Bu elemanlar genellikle levha, boru (direk) ya da çubuk biçimindedir. Toprağa gömülen elemanların (sondaların) uzunluğu genellikle 1 m ile 5 m arasında olmakla birlikte, derin katmanlar yüzeye göre daha iletkense daha uzun da olabilir.

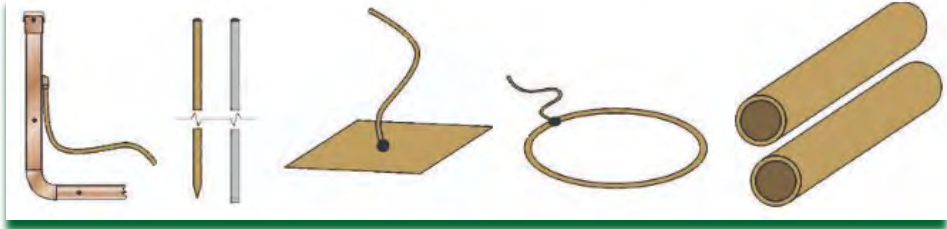
3. Microsoft excel'de programlama araçları geliştirme

- **Eğik topraklayıcılar**, esasen boru (çubuk) biçiminde olup, toprağa eğik açıyla yerleştirilen topraklayıcılardır.



Şek. 3.42

Şekline göre, topraklayıcıyı çubuk, boru veya çubuk (sopa), şerit, halat, tel veya plaka (Resim 3.43) formunda karşılayabiliriz.



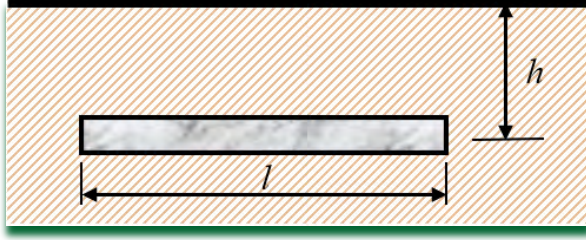
Şek. 3.43

Tek bir topraklama cihazının kullanımı nadiren yeterince düşük bir topraklama direnç değeri sağlar, genellikle birkaç topraklama cihazı, halka veya dörtgen şeklinde paralel bağlı şeritler kullanılır.

3.7.2.1 Şerit topraklayıcı

Çubuk topraklayıcıların inşası için genellikle 3,5 mm kalınlığında galvanizli şeritler ve daha nadiren 2 mm kalınlığında bakır şeritler kullanılır. Bunlar, 0,5 m ila 1 m derinlikte yatay olarak toprağa

yerleştirilir. Günümüzde, agresif korozif ortamlarda veya yüksek toprak arızası akımlarına sahip elektrik santrallerinde/enerji santrallerinde topraklama yapılırken giderek daha fazla bakır halat veya çubuk topraklayıcı kullanılmaktadır. Şekil 3.44'te, h derinliğinde toprağa gömülü l uzunluğunda bir çubuk topraklayıcı gösterilmektedir.



Şek. 3.44

l uzunluğundaki şerit topraklama iletkeninin topraklama direnci, Tablo 3.19'da verilen formüle göre hesaplanır.

Tablo 3.19: Şerit topraklayıcı direncinin hesaplanması için formüller

Şerit topraklayıcının direncinin hesaplanması formülü	Topraklayıcı hesaplama koşulu
$R_z = \frac{\rho_z}{\pi l} \ln \frac{2l}{d}$	toprağın yüzeyine gömülü ($h = 0$ derinliğinde)
$R_z = \frac{\rho_z}{\pi l} \ln \frac{l}{\sqrt{d \cdot h}}$	toprağın yüzeyinin altında h derinliğinde gömülü

Şöyle ki:

- l – topraklayıcının uzunluğu (m),
- ρ_z - toprağın özgül direnci ($\Omega \cdot m$),
- d – topraklama cihazının çapı (m).

3. Microsoft excel'de programlama araçları geliştirme

Dairesel kesite sahip olmayan topraklayıcılarda, d şu formülle hesaplanır:

$$d = \sqrt{\frac{4P}{\pi}} \dots\dots\dots(3.56)$$

P 'nin topraklayıcının kesit alanını gösterdiği yer.

Halka şeklindeki topraklayıcılar - bunlar, genellikle daireSEL veya kare şeklinde şerit topraklayıcıların bağlanmasıyla oluşturulan topraklayıcılardır.

D_p , çaplı halka şeklindeki daireSEL topraklayıcının topraklama direnci şu formülle hesaplanır:

$$R_z = \frac{\rho_z}{\pi^2 D_p} \ln \frac{2\pi D_p}{d} \dots\dots\dots(3.57)$$

Şöyle ki:

ρ_z - Toprağın öz direnci ($\Omega \cdot m$),

d - halka topraklama için kullanılan daireSEL iletkenin çapı (m).

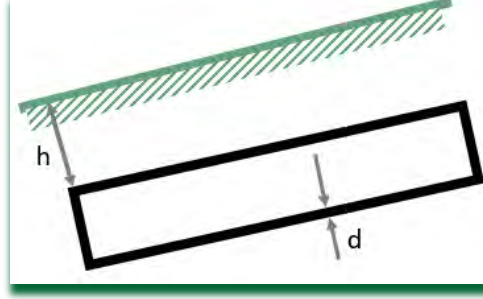
Halka şeklindeki topraklayıcının çapı (m cinsinden) şu formülle belirlenir:

$$D_p = \frac{L}{\pi} \dots\dots\dots(3.58)$$

burada L , halka şeklinde topraklamanın çevresidir.

Dört köşeli halka şeklindeki topraklamalar Fe-Zn şeritlerden yapılmıştır. Bunlar genellikle, toprağın serbest yüzeyinde nesneyi veya birkaç cihazı çevreleyerek topraklama için kullanılır, bu

esnada kapatma yüzeyinin topraklanması gereken tüm metal parçaları içermesine dikkat edilir. Şekil 3.45'te dört köşeli bir halka şeklinde topraklayıcı gösterilmiştir.



Şek. 3.45

Topraklama direnci şu formülle hesaplanabilir:

$$R_z = \frac{\rho_z}{\pi^2 L} \ln \frac{1.27L}{\sqrt{hd}} \dots\dots\dots(3.59)$$

Şöyle ki:

L - dörtgen topraklama çevresi,

h - gömme derinliği (m),

d - iletkenin çapı (m).

3.7.2.2 Boru topraklayıcı

Topraklama çubukları, çubukları veya boruları, galvanizli çelik veya bakırdan yapılmış metal çubuklardır, dikey olarak yerleştirilir (Şekil 3.46), toprak yüzeyinin altında ve 1 - 3 m uzunluğundadır. Topraklama cihazının çubuğunun üst ucu, toprağın donmasının topraklama direncini etkilemesi nedeniyle, toprak yüzeyinden en az 0,5 m derinliğe gömülmelidir.



Şek. 3.46

3. Microsoft excel'de programlama araçları geliştirme

Şek. 3.46 Topraklama çubuğunun topraklama direnci şu formülle hesaplanır:

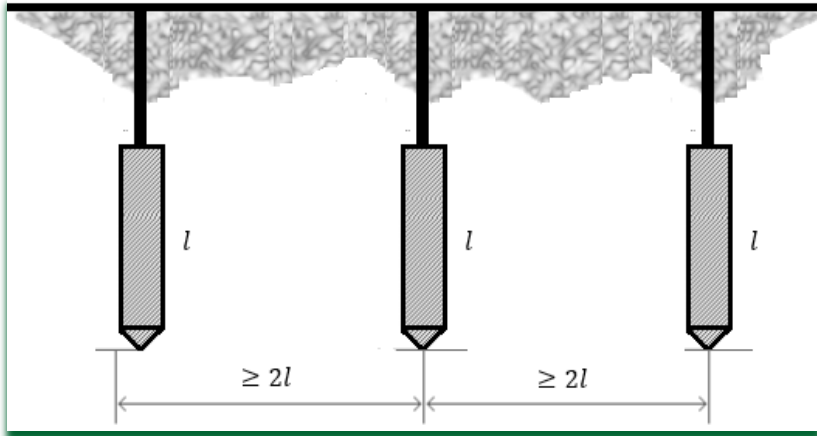
$$R_z = \frac{\rho_z}{2\pi l} \ln \frac{4l}{d} \dots\dots\dots(3.60)$$

Şöyle ki:

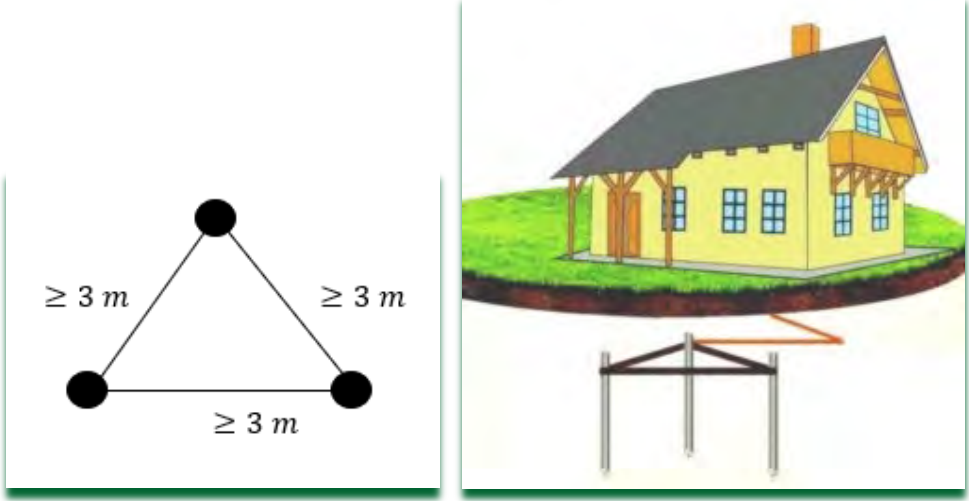
- R_z – topraklama direnci (Ω),
- l – topraklama çubuğunun uzunluğu (m),
- d – çubuğun/dübelin dış çapı (m),
- ρ_z – topraklama özdirenci ($\Omega \cdot m$).

Topraklama direnci, topraklama çubuğunun uzunluğunu artırmakla önemli ölçüde azalabilir, oysa çapını artırmakla çok az azalır.

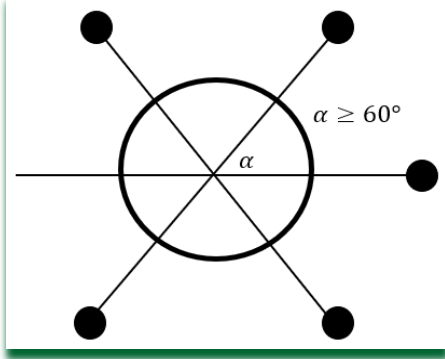
Şekil 3.47'de, hat boyunca yerleştirilen birkaç topraklama çubuğunun bağlantısı gösterilmektedir. Aralarındaki mesafe, çubuğun veya borunun iki katı uzunluğundan büyük veya ona eşit olmalıdır.



Şek. 3.47



Şek. 3.50



Şekil 3.51'de, açıları 60° olan, ışınal bağlantı ile bağlanmış birkaç topraklama çubuğu gösterilmektedir.

Şek. 3.51

Birden fazla topraklama çubuğunun topraklama direnci toplamı, aşağıdaki formül kullanılarak hesaplanacaktır:

$$R_{Zvk} = \frac{R_z}{n \cdot \mu} \dots\dots\dots(3.61)$$

Şöyle ki:

- n – topraklama çubuklarının sayısı,
- μ – topraklayıcıların birbirleri üzerindeki karşılıklı etki katsayısı, Tablo 3.20'den okunabilir.

Tablo 3.20: Topraklayıcıların karşılıklı etki katsayısı olan μ 'nin belirlenmesi

		μ					
Çubuk Sayısı		4	6	10	20	40	60
$\frac{A_l}{l}$	2	0,80	0,76	0,70	0,65	0,60	0,55
	3	0,85	0,80	0,76	0,70	0,66	0,64

3.7.2.3 Levha topraklayıcı

Levha topraklayıcı, kare şeklinde (Şekil 3.52) dikey olarak gömülü bir topraklayıcı türüdür. Kalınlığı >3 mm olan galvanizli çelikten imal edilir ve en iyi toprak temasını sağlamak amacıyla en az 0,5 m derinliğe kadar dikey olarak toprağa gömülür. Yönetmeliklere göre, topraklama levhaları sadece yeraltı suyu seviyesinin yüzeyden en az 3 m derinliğe ulaştığı yerlere uygulanabilir.

Tablo 3.21: Levha topraklayıcının direncinin hesaplanması formülü

Levha tipi topraklayıcının direnç hesaplama formülü	Hesaplama koşulu
$R_z = \frac{\rho_z}{4} \cdot \sqrt{\frac{\pi}{S}}$	Eğer toprağa gömülme derinliği 0,5 m'ye eşit veya daha azsa
$R_z = 0,23 \cdot \frac{\rho_z}{a}$	Eğer toprağa gömülme derinliği 0,5 m'den fazlaysa

Şöyle ki:

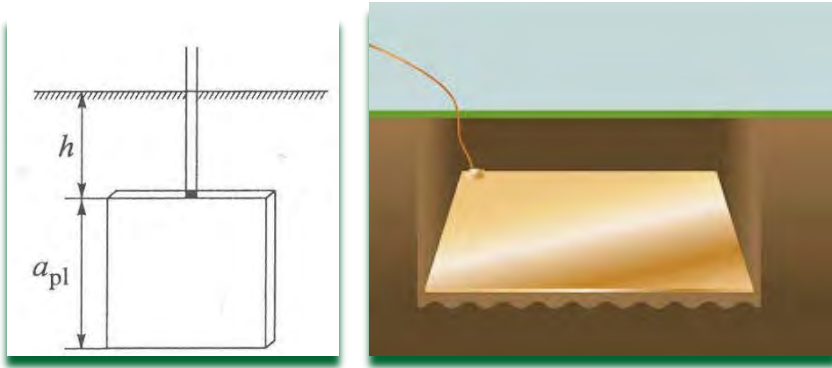
R_z – topraklama direnci (Ω),

S – levha tipi topraklayıcının yüzey alan (m^2),

a – levha topraklayıcının bir kenarının uzunluğu (m),

ρ_z – toprağın özgül direnci ($\Omega \cdot m$)

Bu tür topraklayıcıların, yapıda birden fazla topraklayıcı varsa ve toprak elektriksel olarak homojen değilse, yani aynı özgül dirence sahip değilse, yıldırımdan korunma amacıyla kullanılması önerilmez. Levha tipi topraklayıcının direnç hesaplama formülleri, Tablo 3.21'de gösterilmiştir.



Şek. 3.52

3.7.3 Topraklayıcıların Yerleştirildikleri Ortama Göre Sınıflandırılması

Topraklayıcılar, yerleştirildikleri ortama göre iki gruba ayrılır: toprak içine gömülen topraklayıcılar ve temel topraklayıcılar.

Toprak içine yerleştirilen topraklayıcılar, doğrudan toprakla temas sağlar.

Temel topraklayıcı, galvanizli çelik şerit veya telden yapılmış özel bir topraklayıcı türüdür ve yapının temel kısmına, toprakla arasında en az 10 cm beton olacak şekilde yerleştirilir. Bu tür topraklayıcılar çok etkilidir çünkü beton nem tutma özelliğine

sahiptir ve böylece toprakla iyi bir bağlantı sağlarlar. Ayrıca sınırsız bir kullanım ömrüne sahiptirler.

Temel topraklayıcının direnci yaklaşık olarak aşağıdaki formülle hesaplanır:

$$R_z = \frac{\rho_z}{\sqrt{\pi \cdot P}} \dots\dots\dots(3.62)$$

Ya da

$$R_z = 0,564 \frac{\rho_z}{\sqrt{P}} \dots\dots\dots(3.63)$$

Şöyle ki:

R_z – topraklama direnci,

ρ_z – toprağın özgül direnci,

P – temel topraklayıcı olarak kullanılan, içine metal iletkenin gömüldüğü beton temel yüzeyi.

3.8 Toprağın Özgül Direnci

Topraklayıcılar yerleştirilirken, sabit nem içeren bir zemine gömülmelerine dikkat edilmelidir. Tercihen, özgül direnci düşük olan nemli topraklara gömülmeleri uygundur. Toprağın özgül elektrik direnci, 1 m³ toprak için ölçülen elektrik direncidir. Özgül direncin birimi $\Omega \cdot m$ 'dir (1 $\Omega \cdot m$ = 100 $\Omega \cdot cm$).

3. Microsoft excel'de programlama araçları geliştirme

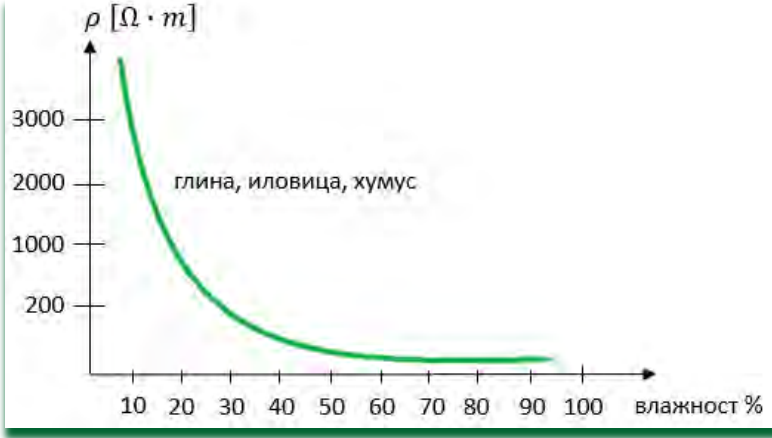
Toprağın özgül direnci ρ üzerinde etkili olan faktörler şunlardır:

- Toprak nemi,
- Toprağın bileşimi,
- Toprağın sıkışıklığı,
- Sıcaklık ve mevsim koşulları.

Tablo 3.22: Farklı toprak türlerinin özgül direnç değeri

Toprak türü	ρ ($\Omega \cdot m$)
Kil	10 ÷ 60
Humus	≈ 10
Kırmızı toprak	20 ÷ 100
Lapor	20 ÷ 300
Kumlu kil	50 ÷ 60
Çakıl	200 ÷ 6000
Nemli killi çakıl	80 ÷ 400
Kum	100 ÷ 800
Kireç taşı	200 ÷ 3000
Kil şisti	20 ÷ 200
Dolomit	200 ÷ 10000
Gneys, metamorfik kayalar	500 ÷ 2000
Deniz suyu	1
Nehir suyu	20 ÷ 40
Damıtılmış su	10000

Toprak, sıcaklık katsayısı negatiftir, sıcaklık arttıkça direnci azalır ve böylece nemi de azalır. Kuru durumda ve donmuş olduğunda toprak zayıf bir iletkenidir ve nemlendirme ile iletkenlik artar. Şekil 3.53'teki grafikte özgül direncin neme bağlılığı gösterilmektedir.



Şek. 3.53

3.9 Örneklerle Topraklama Direncinin Hesaplanması

Topraklayıcıların direnç değerinin belirlenmesi süreci, birçok saha ölçümüne ya da çeşitli bilgisayar programlarıyla yapılan hesaplama ve simülasyonlara dayanan karmaşık bir işlemdir. Bu programlar, son derece yüksek doğrulukta sonuçlar elde edilmesini sağlar.

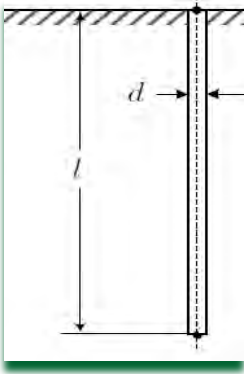
Topraklama direnci hesaplamaları, yukarıda belirtilen basitleştirilmiş formüller kullanılarak sadeleştirilecektir.

Topraklama hesaplamaları, veri tablolarının ve grafiksel-analitik işlemlerin etkin biçimde yapılabildiği bir program olan **MS Excel** kullanılarak bilgisayar ortamında gerçekleştirilebilir. **MS Excel**, tablolarla çalışmayı kolaylaştıran araçlara sahiptir, kullanımı basittir ve istenen sonuçları hızlı şekilde gösterir.

Topraklama direnci hesaplaması için; topraklayıcının türü (şekli), uzunluğu, iletkenin kesiti, yerleştirildiği toprağın özgül direnceve hangi derinliğe gömüldüğü gibi bilgilere ihtiyaç vardır.



Alıştırmalar:



1. Toprak özgül direnci $\rho = 60 \Omega \cdot m$ olan bir zemine yerleştirilmiş boru (çubuk) tipi bir topraklayıcının direnci hesaplanacaktır. Toprağa gömülü iletkenin uzunluğu $l = 1,5 m$, çapı ise $d = 15 cm$ 'dir.

Çözüm:

Toprak yüzeyinin altına gömülmüş çubuk şeklindeki topraklayıcının topraklama direnci, aşağıdaki formüle göre hesaplanır:

$$R_z = \frac{\rho_z}{2\pi l} \cdot \ln \frac{4l}{d}$$

Direnç hesabı için gerekli olan parametreler, sorunun şartında verilmiştir; bunlar şunlardır:

$$\rho = 60 \Omega \cdot m, \quad l = 1,5 m, \quad d = 15 cm = 0,15 m$$

Eğer bu sayısal değerler topraklama direnci formülüne yerleştirilirse, şu sonuç elde edilir:

$$R_z = \frac{60}{2\pi \cdot 1,5} \cdot \ln \frac{4 \cdot 1,5}{0,15} = 23,4841 \Omega$$

Excel'de hesaplamalar

Topraklayıcıların direnç hesaplamaları **Excel** kullanılarak yapılır. Yeni bir **Excel** belgesi açılır. 'topraklayıcılar.xlsx' adıyla kaydedilir. Belgeye, Şekil 3.54'te gösterilen uygun topraklama tipi için topraklama direncinin hesaplanması gereken boyutlarla bir tablo oluşturulur.

Büyüklik Değeri	Sembol [Birim]	Topraklayıcının direncini hesaplamak için gerekli büyüklükler
1.5	l [m]	Toprağa gömülü iletkenin uzunluğu
0.15	d [m]	İletkenin çapı
60	ρ [Ω m]	Toprağın özgül direnci (özdirenç)

Şek. 3.54

Toprağın (zemin) özgül direnci, topraklayıcının uzunluğu ve çapı girilir.

Buna göre C10 hücresi seçilir ve topraklama direncini hesaplamak için uygun formül girilir. Formül karmaşık olduğundan, hesaplama için Şekil 3.55'te olduğu gibi **Formulas** → **Math & Trig** → **LN** 'den seçilen bir logaritmik fonksiyon da kullanılır.

The screenshot shows the Excel interface with the 'Formulas' tab active. The 'Math & Trig' category is selected in the Function Library, and the 'LN' function is highlighted. Below the library, the spreadsheet data is visible, matching the table in Şek. 3.54. The formula bar shows the formula entered in cell C10: $= (B5 / (2 * 3.1416 * B3)) * LN()$.

Şek. 3.55

3. Microsoft excel'de programlama araçları geliştirme

Formülün programa girilmesiyle, topraklayıcının uygun direnci çok hızlı bir şekilde hesaplanır. Sonuç Şekil 3.56'da gösterilmektedir.

Büyüklik Değeri	Sembol [Birim]	Topraklayıcının direncini hesaplamak için gerekli büyüklükler
1.5	l [m]	Toprağa gömülü iletkenin uzunluğu
0.15	d [m]	İletkenin çapı
60	ρ [Ω m]	Toprağın özgül direnci (özdirenç)
Rz	23.48408107	

Şek. 3.56

2. Boru şeklindeki topraklayıcının çapı $d=24$ cm ise topraklama direnci hesaplanacaktır. $\rho=100 \Omega \cdot m$ özgül direncine sahip bir toprakta $l=1,8$ m derinliğe gömülmüştür.

$$R_z = \frac{\rho_z}{2\pi l} \ln \frac{4 \cdot l}{d} = \frac{100}{2\pi \cdot 1,8} \ln \frac{4 \cdot 1,8}{0,24} = 30,0731 \Omega$$

Excel'de Hesaplamalar

Ödev 1'de oluşturulan **Excel** belgesine yeni değerler girilir. Hesaplama yapıldıktan sonra topraklayıcı direncinin değeri okunur. Hesaplama Şekil 3.57'de verilmiştir.

C10			
fx = (B5/(2*3.1416*B3))*LN((4*B3)/B4)			
A	B	C	D
1			
2	Büyüklik Değeri	Sembol [Birim]	Topraklayıcının direncini hesaplamak için gerekli büyüklükler
3	1.8	l [m]	Toprağa gömülü iletkenin uzunluğu
4	0.24	d [m]	iletkenin çapı
5	100	ρ [Ω m]	Toprağın özgül direnci (öz direnç)
6			
7			
8			
9			
10	Rz	30.0731172	
11			

Şek. 3.57

3. $\rho=100 \Omega \cdot \text{m}$ özgül dirence sahip homojen iletken bir ortamda, $l=15 \text{ m}$ uzunluğunda bir şerit topraklayıcı gömülmüştür. Topraklayıcının çapı $d=10 \text{ mm}$ 'dir. Belirtilen koşullarda topraklayıcının direnci ne kadar olacaktır?

Çözüm: Verilen boyutlar

$$\rho_z = 100 \Omega \cdot \text{m}, l = 15 \text{ m}, d = 10 \text{ mm} = 10 \cdot 10^{-3} \text{ m}$$

Topraklayıcının direnci şu formülle hesaplanır:

$$R_z = \frac{\rho_z}{\pi l} \ln \frac{2l}{d}$$

Verilen büyüklükler sayısal değerlerle değiştirilirse şu elde edilir:

$$R_z = \frac{100}{\pi \cdot 15} \ln \frac{2 \cdot 15}{10 \cdot 10^{-3}} = 16,9899 \Omega$$

3. Microsoft excel'de programlama araçları geliştirme

Excel'de Hesaplamalar

Farklı bir topraklayıcı tipi söz konusu olduğundan — bu durumda şerit (lento) tipi — topraklama direncinin hesaplama formülü, boru (çubuk) tipi topraklayıcınıninkinden farklıdır. Bu nedenle uygulama programında bir düzeltme yapılacaktır. Yeni bir **Excel** belgesi açılır. Belgede, ilgili tipteki topraklayıcının topraklama direncini hesaplamak için gerekli büyüklüklerin yer aldığı bir tablo oluşturulur.

Verilen değerler girilir: toprağın özgül direnci, topraklayıcının uzunluğu ve çapı. Buna göre, **C10** hücresine, şerit tipi topraklayıcının topraklama direncini hesaplayan formül yazılır (şekil 3.58'de gösterildiği gibi).

Büyüklik Değeri	Sembol [Birim]	Topraklayıcının direncini hesaplamak için gerekli büyüklükler
15	l [m]	Toprağa gömülü iletkenin uzunluğu
0.01	d [m]	İletkenin çapı
100	ρ [Ω m]	Toprağın özgül direnci (özdirenç)
Rz	$B3) * LN((2 * B3) / B4)$	

Şek. 3.58

Daha sonra topraklayıcının hesaplanan direnci, Şekil 3.59'da gösterilen alandan uygun şekilde okunur.

Büyüklik Değeri	Sembol [Birim]	Topraklayıcının direncini hesaplamak için gerekli büyüklükler
15	l [m]	Toprağa gömülü iletkenin uzunluğu
0.01	d [m]	İletkenin çapı
100	ρ [Ωm]	Toprağın özgül direnci (özdirenç)
Rz	16.98999993	

Şek. 3.59

4. Çinko kaplı çelik şerit FeZn, çapı $d=21,75 \text{ mm}$, uzunluğu $l=12 \text{ m}$ olan, $\rho=50 \text{ } \Omega \cdot \text{m}$ özgül direncine sahip homojen bir toprağa $h=0,8 \text{ m}$ derinliğe gömülmüştür. Topraklama direnci R_z 'yi hesaplayınız.

Çözüm: Şeridin çapı metre cinsinden:

$$d = 21,75 \text{ mm} = 0,02175 \text{ m}$$

$$R_z = \frac{\rho_z}{\pi l} \ln \frac{l}{\sqrt{hd}} = \frac{50}{12\pi} \ln \frac{12}{\sqrt{0.8 \cdot 0,02175}} = 5,98 \text{ } \Omega$$

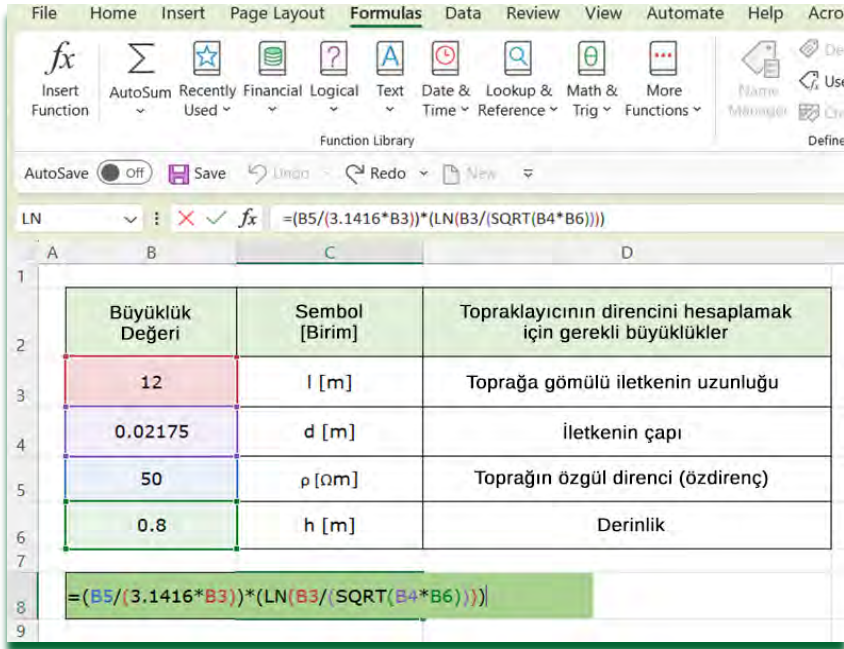
Excel'de Hesaplamalar

Çalışma kitabı topraklama.xlsx'de, lentast1.xlsx etiketli yeni bir sayfa açılır ve değişiklik yapılır.

Ek olarak, ödevde iletkenin 0,8 m derinliğe gömülü olduğu koşulu vardır. Buna göre, topraklama direnci, tablo 3.19'da verilen

3. Microsoft excel'de programlama araçları geliştirme

formüle göre hesaplanır. Formül, çalışma kitabındaki ilgili hücreye yazılır. Şekil 3.60'da gösterilmiştir.



Şek. 3.60

Hesaplamadan sonra elde edilen sonuç Şekil 3.61'de gösterilmektedir.

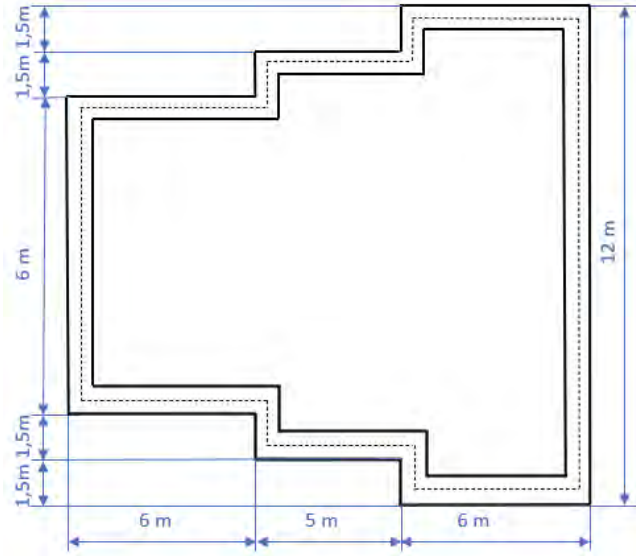
Büyüklik Değeri	Sembol [Birim]	Topraklayıcının direncini hesaplamak için gerekli büyüklükler
12	l [m]	Toprağa gömülü iletkenin uzunluğu
0.02175	d [m]	iletkenin çapı
50	ρ [Ω m]	Toprağın özgül direnci (özdirenç)
0.8	h [m]	Derinlik
Rz	5.982287669	

Formula Bar: $= (B5 / (3.1416 * B3)) * (LN(B3 / (SQRT(B4 * B6))))$

Şek. 3.61

Daha Fazla Öğren:

1. Şekil 3.62'de gösterildiği gibi bir temel topraklayıcı için temel topraklayıcının topraklama direncini hesaplayın. Toprağın özgül direnci $75 \Omega \cdot m$ 'dir.



Şek. 3.62

Çözüm:

Verilen temel şeklinin alanı aşağıdaki gibi hesaplanır:

$$P = 12 \cdot 6 + 5 \cdot (12 - 2 \cdot 1,5) + 6 \cdot 6 = 72 + 5 \cdot 9 + 36 = 153 \text{ m}^2$$

Topraklayıcının direnci aşağıdaki formüle göre hesaplanır:

$$R_z = 0,564 \cdot \frac{\rho_z}{\sqrt{P}} = 0,564 \cdot \frac{75}{\sqrt{153}} = 3,42 \Omega$$

Şimdiye kadar öğrendiklerimizden yola çıkarak, Excel yardımıyla hesaplamalar yapılınsın.

3. Microsoft excel'de programlama araçları geliştirme

2. Uzunluğu 11,2 m ve genişliği 8 m olan bir binanın beton temelının temel topraklayıcısının topraklama direncini hesaplayın, toprağın direnci $50 \Omega \cdot m$ 'dir.

Çözüm:

Temel yüzeyinin değeri:

$$P = a \cdot b = 11,2 \cdot 8 = 89,6 \text{ m}^2$$

Eğer elde edilen değerler formülde değiştirilirse:

$$R_z = 0,564 \cdot \frac{\rho_z}{\sqrt{P}} = 0,564 \cdot \frac{50}{\sqrt{89,6}} = 2,979 \Omega$$

Excel yardımıyla hesaplamalar yapılabilir.



1. Topraklama kavramı neyi ifade eder?
2. Hangi topraklama türleri vardır?
3. Topraklamanın bileşenleri nelerdir?
4. Topraklayıcı türlerini sayınız.
5. Topraklayıcılar hangi malzemelerden yapılır?



Alıştırmalar:

1. Toprak özgül direnci $30 \Omega \cdot m$ olan bir zeminde, uzunluğu 1 m ve çapı 1 cm olan çubuk şeklindeki bir topraklayıcının direnci hesaplanacaktır!

2. Toprak özgül direnci $2000 \Omega \cdot m$ olan bir zemine gömülü, uzunluğu 30 m ve çapı $d = 0,3 \text{ cm}$ olan şerit şeklindeki bir topraklayıcının direnci hesaplanacaktır!

3. Temel alanı 70 m^2 ve toprağın özgül direnci $40 \Omega \cdot m$ olan bir temel topraklayıcının direnci hesaplanacaktır!

4. Uzunluğu $l = 2 \text{ m}$ ve çapı $d = 10 \text{ cm}$ olan çubuk şeklinde 4 adet topraklayıcıdan oluşan bir sistemin toplam direnci, özgül direnci $\rho = 60 \Omega \cdot m$ olan bir zeminde hesaplanacaktır.

5. Homojen bir zemine, derinlik $h = 1,05 \text{ m}$ olacak şekilde yatay olarak gömülen, uzunluğu $l = 10 \text{ m}$ ve çapı $d = 8 \text{ mm}$ olan bir iletkenin topraklama direnci R_z hesaplanacaktır. Toprağın özgül direnci $\rho = 310 \Omega \cdot m$ 'dir.

Topraklayıcının R_z direnci Excel kullanılarak hesaplanacaktır. Farklı toprak özgül dirençleri ($20, 50, 100, 150, 200, 300, 400, 500$) $\Omega \cdot m$ için hesaplama yapılacaktır. $R_z = f(\rho)$ bağıntısını gösteren bir grafik çizilecektir. Elde edilen grafikten ne gözlemlenmektedir?

Çözüm: Yaklaşık formüle göre:

$$R_z = \frac{\rho_z}{\pi \cdot L} \cdot \ln \frac{l}{\sqrt{h \cdot d}}$$

$$R_z = \frac{\rho_z}{\pi \cdot L} \cdot \ln \frac{l}{\sqrt{h \cdot d}} = \frac{310}{10 \cdot \pi} \cdot \ln \frac{10}{\sqrt{1,05 \cdot 0,008}} = 46,302 \Omega$$

6. Galvanizli çelik şerit (FeZn), çapı $d = 22 \text{ mm}$ ve uzunluğu $l = 10 \text{ m}$ olan bir iletken, $h = 0,6 \text{ m}$ derinliğinde homojen bir zemine gömülmüştür. Zeminin özgül direnci $\rho = 60 \Omega \cdot m$ olarak verilmiştir. Topraklayıcının direnci R_z hesaplanacaktır. Hesaplamalar ayrıca şu uzunluklar için de tekrar edilecektir: $l_1 = 12 \text{ m}$, $l_2 = 15 \text{ m}$, $l_3 = 18 \text{ m}$ ve $l_4 = 20 \text{ m}$. **Excel** üzerinde hesaplama yapılacak ve iletken uzunluğuna bağlı olarak topraklama direncinin (R_z) değişimini gösteren bir grafik çizilecektir. Elde edilen grafikten ne gözlemlenmektedir?

3. Microsoft excel'de programlama araçları geliştirme



- Topraklama, korunan alıcının veya tesisatın iletken parçalarının toprakla elektriksel olarak bağlanması ya da paratoner tesisatının toprakla bağlantısının sağlanmasıdır. Bu bağlantı, bir topraklama düzeni — yani topraklayıcı — aracılığıyla gerçekleştirilir.
- Topraklama, amacına göre şu şekilde sınıflandırılabilir: işletme (çalışma) topraklaması, koruma topraklaması, paratoner topraklaması ve ortak topraklama.
- Topraklama sistemi üç ana bileşenden oluşur: topraklama iletkenleri, jeolojik zemin (toprak) ve topraklayıcı.
- Topraklayıcı, toprağa yerleştirilmiş bir veya birden fazla iletken oluşturur ve bunlar aracılığıyla doğrudan toprakla temas sağlar.
- Kullanılan malzemeye göre topraklayıcılar, bakırdan, galvanizli (çinko kaplı) malzemeden veya bakır ve çinko karışımından yapılabilir.
- Yapılış şekline göre topraklayıcılar: yatay (yüzeysel), dikey (derinlikli) ve eğimli olmak üzere üçe ayrılır.
- Şekillerine göre topraklayıcılar çubuk, boru, kazık (direk), şerit, halat, tel veya plaka formunda olabilir.

Topraklayıcı Direncinin Hesaplanması için formüller	Topraklayıcı türü ve hesaplama koşulu
$R_z = \frac{\rho_z}{\pi l} \ln \frac{2l}{d}$	Yüzeğe gömülü şerit topraklayıcı (h=0 derinliğinde)

$R_z = \frac{\rho_z}{\pi l} \ln \frac{l}{\sqrt{d \cdot h}}$	<p>Yüzeyin altında h derinliğinde gömülü şerit topraklayıcı</p>
$R_z = \frac{\rho_z}{\pi^2 D_p} \ln \frac{2\pi D_p}{d}$	<p>Dp çapında,daire şeklinde halka topraklama elektrodu</p>
$R_z = \frac{\rho_z}{\pi^2 L} \ln \frac{1.27L}{\sqrt{hd}}$	<p>Dikdörtgen şeklinde halkalı topraklayıcı</p>
$R_z = \frac{\rho_z}{2\pi l} \ln \frac{4l}{d}$	<p>Topraklayıcı çubuk</p>
$R_z = \frac{\rho_z}{4} \cdot \sqrt{\frac{\pi}{S}}$	<p>Toprak içine gömülme derinliği $\leq 0,5$ m olan levha tipi topraklayıcı</p>
$R_z = 0,23 \cdot \frac{\rho_z}{a}$	<p>Toprak içine gömülme derinliği $> 0,5$ m olan levha tipi topraklayıcı</p>

Bilgini Kontrol Et!

I. Çoktan Seçmeli Sorular (Doğru cevapları daire içine al)

1. Cihazın kusurlu olması, okunamayan ölçek, sıfır ayarının yapılmamış olması, yanlış kalibrasyon gibi nedenlerle oluşan hatalar:

- A) Büyük hatalar
- B) Sistematik hatalar
- C) Rastgele hatalar

2. Ölçüm sırasında yanlış prosedür uygulanması, yanlış ölçüm yönteminin seçilmesi, cihazın yanlış kullanımı, sonucun yanlış okunması, dış etkilere (sıcaklık, basınç, manyetik alan etkisi vb.) kaynaklanan değişiklikler sonucu oluşan hatalar:

- A) Küçük hatalar
- B) Sistematik hatalar
- C) Rastgele hatalar

3. CONCAT işlevi aşağıdakilerden hangisini döndürür?

- A) Sayısal değer
- B) Metinsel değer
- C) Tarih

4. Hangi hata formülle tanımlanır?

$$\Delta = \text{Ölçülen değer} - \text{Doğru değer}$$

- A) Mutlak hata
- B) Bağıl hata
- C) Yüzde hata

5. Hangi hata formülle tanımlanır?

$$\Delta X = \pm(A\%pv + Cdig)$$

- A) Dijital ölçüm aletlerinde mutlak hata
- B) Dijital ölçüm aletlerinde bağıl hata
- C) Analog ölçüm aletlerinde mutlak hata

6. Düşük gerilimli şebekelerde aydınlatma elemanlarını bağlayan iletkenlerde yasal norm ve yönetmeliklere göre izin verilen maksimum gerilim düşüşü ne kadardır?

- A) 8%
- B) 5%
- C) 3%

7. Formülle, aşağıdakilerden hangisinin direncini hesaplıyoruz?

$$R_z = \frac{\rho_z}{2\pi l} \cdot \ln \frac{4l}{d}$$

- A) Boru tipi topraklama
- B) Temel topraklama
- C) Levha topraklama

II Eşleştirme Soruları

8. Aşağıdaki tüketicileri alternatif akım türüne göre eşleştiriniz:

- A) Omik 1) Akkor telli lamba _____
- B) Karışık 2) Transformatör _____ 3) Elektrik motoru _____

9. Topraklayıcı şekillerini uygulama yöntemleriyle eşleştiriniz:

- A) Yatay 1) Ağ _____ 3) Boru _____
- B) Dikey 2) Şerit _____ 4) Çubuk _____

III Tamamlama Soruları

10. Ölçüm aletinin doğruluk sınıfı, _____ hata üzerinden tanımlanır.
11. İletken kesiti hesaplamasında _____ yük kullanılır.
12. Seçilen iletken kesitinin kontrolü üç adımda gerçekleşir: _____, _____ ve _____.
13. İletken kesiti hesaplamasında termik koşul sağlanmış olur, eğer iletken üzerinden geçen akım, o kesit ve dağıtım tipi için sürekli izin verilen akımdan _____ (daha küçük, eşit, daha büyük) ve tüketici üzerinde belirtilen nominal akımdan _____ (daha küçük, eşit, daha büyük) ise.
14. Verim katsayısı, motorun _____ gücü ile _____ gücü arasındaki oranı ifade eder.
15. Termik tüketiciler için iletken kesiti belirleme yöntemi, doğru akım sistemine bağlı bir tüketici için olan yöntemle _____ (aynı, farklı) dır.
16. Omik-endüktif bir tüketiciye bağlanan iletkenin kesitinin belirlenmesi sırasında _____ dikkate alınmalıdır.
17. Topraklama, korumalı alıcının veya tesisattaki iletken parçaların _____ ile elektriksel bağlantısını ve paratoner tesisatının _____ ile bağlantısını ifade eder; bu bağlantı topraklayıcı cihaz – topraklayıcı ile kurulur.

18. Amacına göre topraklama şu türlerde olabilir: _____,
_____, _____ ve
_____.
19. Paratoner topraklaması, atmosferik deşarj akımlarını _____
_____ içine yönlendirmek için kullanılan paratoner tesisatının
topraklanmasıdır.
20. Topraklayıcılar şu malzemelerden yapılır: _____,
_____ ve _____.
21. Uygulama şekline göre topraklayıcılar şu şekilde sınıflandırılır:
_____, _____ ve _____.
22. Binaların temellerine yerleştirilen özel bir topraklayıcı türü
_____ olarak adlandırılır.

IV Ödevler

23. Bir direncin direnci $R = 500 \Omega$ 'dur. Direncin ölçümü sırasında $R_i = 505 \Omega$ değeri ölçülürse, mutlak ve bağıl hata hesaplanmalıdır.
24. Mutlak gerilim düşüşü $\Delta U = 12 V$ ve şebeke gerilimi $U = 380 V$ ise, gerilim düşüşünün yüzdesi hesaplanmalıdır.
25. $P = 2400 W$ gücüne ve $\cos\phi = 0,8$ güç faktörüne sahip bir monofaze tüketicinin akımı, faz gerilimi $U_f = 230 V$ iken hesaplanmalıdır.
26. Toprağın özgül direnci $30 \Omega \cdot m$ olan bir alanda, uzunluğu $10 m$ ve çapı $0,1 cm$ olan şerit topraklayıcının direnci hesaplayınız!

EKLER

EK 1**A, B, C, E ve F tipi elektrik dağıtımı için sürekli izin verilen akımlar**

Yalıtım türü	Yük altındaki iletken sayısı	Yüklü iletken sayısı, Elektrik dağıtımı için sürekli izin verilen akım (amper cinsinden)								
			A		B	C	E, F			
Polivinil klorür (PVC) veya doğal kauçuk	2		A		B	C	E, F			
	3	A		B	C	E,F				
Çapraz bağlı polietilen (XLPE)	2				A		B	C	E, F	
	3				A	B	C	E, F		
Malzeme ve nominal kesit mm ²		1	2	3	4	5	6	7	8	9
BAKIR	1,5	13	14,5	15,5	17	18,5	22	23	24	26
	2,5	18	19,5	21	23	25	30	32	33	36
	4	24	26	28	31	34	40	42	45	49
	6	31	34	36	40	43	52	54	58	66
	10	42	46	50	54	60	71	75	80	86
	16	56	61	68	73	80	96	100	107	115
	25	73	80	89	95	101	119	127	138	149
	35	/	/	/	117	126	147	157	171	185
	50	/	/	/	141	153	153	179	192	225
	70	/	/	/	179	196	229	246	269	289
	95	/	/	/	216	238	278	268	328	352
	120	/	/	/	249	276	322	346	382	410
	150	/	/	/	285	318	371	399	441	473
	185	/	/	/	324	362	424	456	506	542
240	/	/	/	380	424	500	538	599	641	
ALÜMİNYUM	1,5	10	11	12	14	14	16,5	17,5	19	21
	2,5	14	15	16,5	19	19,5	23	24	26	28
	4	19	20	22	25	26	31	32	35	38
	6	24	26	28	32	33	39	42	45	49
	10	32	36	39	43	45	54	58	62	67
	16	43	48	53	58	61	73	77	83	91
	25	57	63	69	76	78	89	97	101	108
	35	/	/	/	94	96	111	120	126	135
	50	/	/	/	113	117	135	147	154	165
	70	/	/	/	142	150	173	187	198	211
	95	/	/	/	171	182	210	227	241	257
	120	/	/	/	197	212	244	263	280	300
	150	/	/	/	226	245	282	302	324	346
	185	/	/	/	256	280	322	346	371	397
240	/	/	/	300	330	380	409	439	470	

EK2**Tip D elektrik dağıtımı için kalıcı izin verilen akımlar**

Malzeme	Nominal kesit mm ²	İletkenlerin yalıtım türüne ve yüklü iletken sayısına göre sürekli izin verilen akımlar (amper cinsinden)			
		PVC veya kauçuk yalıtım		Çapraz bağlı polietilen	
		İki damarlı	Üç damarlı	İki damarlı	Üç damarlı
		1	2	3	4
BAKIR	1,5	22	18	26	22
	2,5	29	24	34	29
	4	38	31	44	37
	6	47	39	56	46
	10	63	52	73	61
	16	81	67	95	79
	25	104	86	121	101
	35	125	103	146	122
	50	148	122	173	144
	70	183	151	213	178
	95	216	179	252	211
	120	246	203	287	240
	150	278	230	324	271
	185	312	257	363	304
240	360	297	419	351	
ALÜMİNYUM	1,5	17	14	20	16,5
	2,5	22	19	26	22
	4	29	24	34	29
	6	36	30	42	36
	10	48	40	56	47
	16	62	52	73	61
	25	80	66	93	78
	35	96	80	112	94
	50	113	94	132	112
	70	140	117	163	138
	95	166	138	193	164
	120	189	157	220	186
	150	213	178	249	210
	185	240	200	279	236
240	277	230	321	272	

EK3**A, B, C, Ç, D veya E dağıtım tipleri için ortam sıcaklığı düzeltme katsayıları**

Çevre sıcaklığı °C	Düzeltilme faktörü	
	Polivinil klorür izolasyonunda	Çapraz bağlı polietilen veya etilen-propilen izolasyonunda
10	1,22	1,15
15	1,17	1,12
20	1,12	1,08
25	1,06	1,04
30	1,00	1,00
35	0,94	0,96
40	0,87	0,91
45	0,79	0,87
50	0,71	0,82
55	0,61	0,76
60	0,50	0,71
65	/	0,65
70	/	0,58
75	/	0,50
80	/	0,41

EK4**D tipi ayırma için çevre sıcaklığı düzeltme faktörleri**

Çevre sıcaklığı °C	Düzeltilme faktörü	
	Polivinil klorür izolasyonunda	Çapraz bağlı polietilen veya etilen-propilen izolasyonunda
10	1,10	1,07
15	1,05	1,04
20	1,00	1,00
25	0,95	0,96
30	0,89	0,93
35	0,84	0,89
40	0,77	0,85
45	0,71	0,80
50	0,63	0,76
55	0,55	0,71
60	0,45	0,65
65	/	0,60
70	/	0,53
75	/	0,46
80	/	0,38

EK5

Birden fazla akım devresi veya yan yana yerleştirilmiş birkaç çok telli kablo grupları için düzeltici faktörler A, B, C, Ç, D veya

Kabloların yerleştirilme şekli	Verilen sayıda akım devresi veya daha fazla telli kablolar için düzeltici faktörler								
	1	2	3	4	6	9	12	15	20
Gömülü veya kapalı	1,00	0,80	0,70	0,70	0,55	0,50	0,45	0,40	0,40
Bir katman duvarlar, zeminler veya deliksiz raflar üzerinde	1,00	0,85	0,80	0,75	0,70	0,70	/	/	/
Bir katman tavan üzerinde	0,95	0,80	0,70	0,70	0,65	0,60	/	/	/
Bir katman delikli raflar üzerinde	1,00	0,90	0,80	0,75	0,75	0,70	/	/	/
Bir katman taşıyıcı kancalar ve benzeri üzerinde	1,00	0,85	0,80	0,80	0,80	0,80	/	/	/

EK 6

Yakıt kartuşlarının izin verilen en yüksek akımları

iletken kesitleri (mm ²)		Eriyebilir (eritme tip) sigortaların nominal akımı [A]
bakır	alüminyum	/
0.75		6
1		10
1,5	2,5	16
2,5	4	20
4	6	25
6	10	35
10	16	50
16	25	63
25	35	80
35	50	100
50	70	125
70	95	-
95	120	-

EK 7

Amper cinsinden,PP-Y ve PP 00 üç fazlı kablolar için maksimum izin verilen akım taşıma kapasiteleri.

Dağılım Türü	A	B1	B2	C	E	F
kablonun kesit alanı (mm ²)						
1,5	13	15,5	14	17,5	18,5	18,5
2,5	18	21	19	24	25	25
4	24	28	26	32	34	34
6	31	36	33	41	43	43
10	42	50	46	57	60	60
16	56	68	61	76	80	80
25	73	89	77	96	101	101

EK 8

Alçak gerilim tesisatlarında farklı dağıtım türleri

Dağılım	Dağılım Tanımı
A	İzoleli iletkenler (yalıtım borusu içinde veya dışında) yalıtımlı bir duvarın içine yerleştirilmiş
B	İzoleli iletkenler (yalıtım borusu içinde veya dışında) yalıtımsız bir duvarın üzerine veya içine yerleştirilmiş
C	Duvar, zemin veya tavana ya da yalıtımsız bir duvarın içine yerleştirilmiş kablo
D	Toprağa kazılmış hendek içine veya kablo kanallarına yerleştirilmiş kablolar
E	Çok telli kablo, havada yerleştirilmiş olup kablo ile duvar arasında en az kablo çapının 0,3 katı kadar mesafe bırakılmıştır ($d > 0,3D$)
F	Çok telli kablo, havada yerleştirilmiş olup kablo ile duvar arasında kablo çapından büyük bir mesafe bırakılmıştır ($d > D$)

İçindekiler

1 Microsoft excel	1
1.1 Excel programı penceresinin bölümleri	5
1.2 Excel programının temel ayarlarını değiştirme	9
1.3 Yeni belge oluşturma, mevcut belgeyi açma ve kaydetme	14
1.4 Formül yazma	17
1.5 Adresleme	20
1.6 Fonksiyon girme	25
1.7 Excel'de temel fonksiyonlar	29
Bilgini test et	36
2 Microsoft Excel'de belgelerle çalışma	39
2.1 Çalışma sayfaları	41
2.2 Veri türleri	45
2.3 Veri girişi	46
2.4 Veri kopyalama	50
2.5 Hücre ekleme	55
2.6 Formülleri kopyalama ve taşıma	57
2.7 Sütun ve satır silme ve ekleme	59
2.8 Tabloları, sütunları ve satırları biçimlendirme	62
2.9 Sütun ve satırları biçimlendirme	64
2.10 Hücrede verilerin konumlandırılması	67
2.11 Verileri sıralama	71
2.12 Verileri otomatik filtreleme	73
2.13 Grafik	76
2.14 Grafik oluşturma	77

2.15 Çalışma sayfasında sayfa düzenleme	82
2.16 Sayfa yazdırma	87
Bilgini test et	89
3 Microsoft Excel’de programlama araçları geliştirme	91
3.1 Ölçüm ve ölçüm hataları	93
3.2 Ölçüm aletlerindeki hatalar	94
3.3 Ölçüm aletinin doğruluğunu kontrol etme yöntemi.....	106
3.3.1 Aletlerin kalibrasyonu	107
3.3.2 Hataların tabloyla gösterimi	110
3.3.3 Ölçüm aletlerindeki hata hesaplama formülleri	112
3.3.4 Ölçüm aletindeki hata eğrisi grafiği	113
3.4 Ölçüm aletlerindeki hata eğrisi için yazılım aracı geliştirme ...	120
3.5 Elektrik tesisatlarında gerekli iletken kesiti hesaplama aracı geliştirme	127
3.5.1 İletken kesitine etki eden büyüklükler	127
3.5.2 İletken kesitinin belirlenmesi kriterleri.....	130
3.6 İletken kesiti hesaplaması	134
3.6.1 Doğru akım devrelerinde iletken kesiti hesaplama	134
3.6.2 Tek fazlı alternatif akım devrelerinde iletken kesiti hesaplama	143
3.6.3 Üç fazlı alternatif akım devrelerinde iletken kesiti hesaplama	154
3.7 Topraklama	163
3.7.1 Topraklama kavramı	163
3.7.2 Topraklayıcılar ve topraklayıcı türleri.....	166
3.7.2.1 Şerit topraklayıcı	167

3.7.2.2 Boru tipi topraklayıcı.....	170
3.7.2.3 Levha tipi topraklayıcı.....	174
3.7.3 Topraklayıcıların yerleştirildiği ortama göre sınıflandırılması.....	175
3.8 Toprağın özgül direnci	176
3.10 Topraklama direncinin örneklerle hesaplanması	178
Bilgini test et.....	191
EKLER.....	195

KULLANI LAN KAYNAKLAR

- [1] McFedries, Paul „*Excel 2016 formule I funkcije*“, (2016)
- [2] Ѓорѓи Јованчевски „*Информатика*“, учебник за прва година, (2002)
- [3] Симе Арсеновски „*Информатика*“, учебник за прва година, (2002)
- [4] ANDIE PHILO, MIKE ANGSTADT „*MICROSOFT EXCEL 2016 STEP-BY-STEP GUIDE*“, (2020)
- [5] Z. Stojkovic, J.Mikulovic, Z. Stojanovic „*Praktikum iz softverskih alata u elektroenergetici*“, Elektrotehnicki fakultet, Akademaska misao, Beograd, (2006)
- [6] Nadica Miljković „*Metode i instrumentacija za električna merenja*“ Udžbenik Elektrotehničkog fakulteta u Beogradu, Beograd, (2016)
- [7] Цветан Гавровски „*Основи на мерната техника*“, Факултет за електротехника и информациски технологии - Скопје, (2007)
- [8] Јани Сервини, Тони Панов „*Основи на мерења и логички кола*“ Министерство за образование и наука за Република Македонија, (2013)
- [9] Dipl.ing. Predrag Krčum „*ELEKTRIČNA MJERENJA*“, Sveučilišni odjel za stručne studije Split, (2012)
- [10] DR MLADEN POPOVIC „*LABORATORIJSKI PRAKTIKUM IZ ELEKTROMETROLOGIJE*“, Visha elektrotehnicka skola Beograd
- [11] TREVOR LINSLEY „*Basic Electrical Installation Work*“, Fifth edition Published by Elsevier Ltd, (2008)
- [12] Brian Scaddan „*Electrical Installation Work*“, Sixth edition, Published by Elsevier Ltd, (2008)
- [13] Amir HALEP „*ELEKTRIČNE INSTALACIJE I OSVJETLJENJE*“, (2003)
- [14] Тони Велков, Игор Митев „*Осветлување и инсталации*“, МОН, Скопје, (2013)
- [15] Милорад Јустинијановиќ „*Електрични инсталации*“, „Просветно дело“ Скопје, (1992)

Elektrik enerjisinde bilişim teknolojileri 3. Sınıf

- [16] Milo Miskovic „*Electricne instalacije i osvetljenje*“
- [17] P. Ачковски, М. Тодоровски „*Заземјувачи и заземјувачки системи во електроенергетските мрежи*“, Универзитет „Св. Кирил и Методиј“, Скопје, ФЕИТ Скопје, (2017)
- [18] Владимир Поповски „*Заземјувачи во електроенергетските постројки*“, АД ЕСМ Подружница „Електродистрибуција“- Битола, Меѓународно советување, ЕНЕРГЕТИКА (2004)
- [19] Здравко Јелисковски „*АНАЛИЗА НА ИЗВЕЗЕНИТЕ ПОТЕНЦИЈАЛИ ВО ЗАЗЕМЈУВАЧКИОТ СИСТЕМ НА 6 kV МРЕЖА НА ПК „БРОД – НЕГОТИНО*“, магистарски труд, Битола, (2013)
- [20] Neretljak, Ilija „*ANALIZA METODA MJERENJA OTPORA UZEMLJENJA U DISTRIBUCIJSKOM EES*“, Fakultet elektrotehnike, računarstva i informacijskih tehnologija Osijek, Master's thesis / Diplomski rad (2019)
- [21] Čerkezović, David „*Proračun otpora uzemljenja temeljnih uzemljivača*“, Fakultet elektrotehnike, računarstva i informacijskih tehnologija Osijek, Undergraduate thesis / Završni rad (2016)
- [22] Петар Ж. Добановачки, Саша М. Скоко „*Електрична мерења - Практикум лабораториских вежби*“, Електротехничка школа „Михајло Пупин“ Нови Сад, (2016)
- [23] ПРАВИЛНИК ЗА ЗАШТИТА ВО НИСКОНАПОНСКИТЕ МРЕЖИ И ПРИПАГАЧКИТЕ ТРАНСФОРМАТОРСКИ СТАНИЦИ („Службен весник на Република Македонија“ бр.96 /18)
- [24] Каталог KABLOVI I PROVODNICI NOVKABEL AD Industrijska bb, 21000 Novi Sad, Republika Srbija
- [25] <https://www.elteh.net/el-instalacije/kabeli/promjer-vodica.html>
- [26] <https://www.elteh.net/el-instalacije/dimenzioniranje/odabir-kabela.html>

