

## IV. BÖLÜM

### DEĞİŞKENLİK ÖLÇÜLERİ

#### IV.1 Giriş

Sayısal verilerin bir ortalama değer etrafında serpilmesinin derecesine verilerin değişimi veya değişkenliği adı verilir. Çeşitli değişkenlik ölçüleri vardır. Burda sadece en önemli iki tanesi verilecektir. Bunlar ortalama mutlak sapma ve standart sapmadır.

#### IV.2 Ortalama Mutlak Sapma

Ortalama mutlak sapmaya ortalama sapma da denir. Hem ortalama ve hem de ortancadan sapma olarak hesaplanır. Ancak not edilmelidir ki ortancadan mutlak sapmalar toplamı en küçük olduğundan aksi verilmedikçe mutlak sapma ortancaya göre hesaplanır. Hesaplanmasında farkların mutlak değerlerinin alınması bu değişkenlik ölçüsünün en zayıf yönüdür.

##### IV.2.1 Basit Seride Mutlak Sapma

###### IV. 2.1.1 Ortancaya Göre Mutlak Sapma

$$MS_{\tilde{x}} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n |x_i - \tilde{x}| \text{ eşitliği ile hesaplanır.}$$

###### IV.2.1.2 Ortalamaya Göre Mutlak Sapma

$$MS_{\bar{x}} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n |x_i - \bar{x}| \text{ eşitliği ile hesaplanır.}$$

◆ **Örnek:** 4; 3; 7; 5 ve 2 gözlem değerlerinin mutlak sapmasını; a) ortancaya ve b) ortalamaya göre hesaplayınız.

◆ **Çözüm:** a) Önce ortancayı bulalım.  $\tilde{x} = x_{(3)} = 4$  bulunur. Böylece ortancaya göre mutlak sapma,  $MS_{\tilde{x}} = \frac{1}{5} (|4 - 4| + |3 - 4| + |7 - 4| + |5 - 4| + |2 - 4|) = \frac{1}{5} (0 + 1 + 3 + 1 + 2) = \frac{7}{5} = 1.4$  bulunur. b) Önce ortalamayı bulalım.  $\bar{x} = \frac{1}{5} \sum_{i=1}^5 x_i = \frac{21}{5} = 4.2$  bulunur. Böylece ortancaya göre mutlak sapma,  $MS_{\bar{x}} = \frac{1}{5} (|4 - 4.2| + |3 - 4.2| + |7 - 4.2| + |5 - 4.2| + |2 - 4.2|) = \frac{1}{5} (0.2 + 1.2 + 2.8 + 0.8 + 2.2) = \frac{7.2}{5} = 1.44$  bulunur. Bu örnekten de görüldüğü gibi,  $MS_{\tilde{x}} < MS_{\bar{x}}$  yazılabilir.

##### IV.2.2 Frekans Dağılımında Mutlak Sapma

###### IV.2.2.1 Gruplanmamış Frekans Dağılımında Mutlak Sapma

###### a) Ortancaya Göre Mutlak Sapma

$$MS_{\tilde{x}} = \frac{1}{n} \sum_{j=1}^k f_j |x_j - \tilde{x}| \text{ eşitliği ile hesaplanır.}$$

###### b) Ortalamaya Göre Mutlak Sapma

$$MS_{\bar{x}} = \frac{1}{n} \sum_{j=1}^k f_j |x_j - \bar{x}| \text{ eşitliği ile hesaplanır}$$

◆ **Örnek:** Aşağıdaki gruplanmamış frekans verisinin; a) ortancaya ve b) ortalamaya göre mutlak sapmasını hesaplayınız.

Tablo: Gruplanmış Frekans Verisi ve Hesaplamalar.

$j$	$x$	$f$	Birlikli ( $\sum f$ )	$f x_j - 2.5 $	$fx$	$f x_j - \frac{71}{28} $
1	1	5	5	7.5	5	215/28
2	2	9	14	4.5	18	135/28
3	3	8	22	4.0	24	104/28
4	4	6	28	9.0	24	246/28
Toplam		28		25		700/28

◆ **Çözüm:** a) Önce ortancayı bulalım. Gözlem sayısı çift olduğundan ortanca,  $\tilde{x} = \frac{x_{(14)} + x_{(15)}}{2} = \frac{2+3}{2} = 2.5$  bulunur.  $MS_{\tilde{x}} = \frac{25}{28} \cong 0.893$  bulunur. b) Önce ortalamayı bulalım.  $\bar{x} = \frac{1}{28} \sum_{j=1}^4 f_j x_j = \frac{71}{28} \cong 2.536$  bulunur.  $MS_{\bar{x}} = \frac{700}{28^2} = \frac{700}{784} \cong 0.893$  bulunur. Bu örnekten de  $MS_{\tilde{x}} = MS_{\bar{x}}$  olduğu görülmektedir.

#### IV.2. 2. 2 Gruplanmış Frekans Dağılımında Mutlak Sapma

##### a) Ortancaya Göre Mutlak Sapma

$MS_{\tilde{x}} = \frac{1}{n} \sum_{j=1}^k f_j |x_j - \tilde{x}|$  eşitliği ile hesaplanır.

##### b) Ortalamaya Göre Mutlak Sapma

$MS_{\bar{x}} = \frac{1}{n} \sum_{j=1}^k f_j |x_j - \bar{x}|$  eşitliği ile hesaplanır.

◆ **Örnek:** Aşağıdaki gruplanmış frekans verisinin; a) ortancaya ve b) ortalamaya göre mutlak sapmasını hesaplayınız.

Tablo: Gruplanmış Frekans Verisi ve Hesaplamalar.

$j$	Sınıf Limitleri	$f$	Birlikli ( $\sum f$ )	Sınıf Değerleri ( $x$ )	$f x_j - \tilde{x} $	$fx$	$f x_j - \bar{x} $
1	2-5	7	7	3.5	52.182	24.5	50.867
2	6-9	15	22	7.5	51.818	112.5	49.000
3	10-13	22	44	11.5	12.000	253.0	16.133
4	14-17	14	58	15.5	63.636	217.0	66.267
5	18-21	2	60	19.5	17.091	39.0	17.467
Toplam		60			196.727	646.0	199.734

◆ **Çözüm:** a) Önce ortancayı bulalım.  $\tilde{x} = 9.5 + \frac{(30-22)}{22} \times 4 \cong 10.955$  bulunur.  $MS_{\tilde{x}} = \frac{196.727}{60} \cong 3.279$  bulunur. b) Önce ortalamayı bulalım.  $\bar{x} = \frac{1}{60} \sum_{j=1}^5 f_j x_j = \frac{646}{60} \cong 10.767$  bulunur.  $MS_{\bar{x}} = \frac{199.734}{60} \cong 3.329$  bulunur. Bu örnekten ise  $MS_{\tilde{x}} < MS_{\bar{x}}$  olduğu görülmektedir.

#### IV.3 Varyans ve Standart Sapma

Varyans, ortalamadan farkların kareleri toplamının ( $KT_x$ ),  $(n-1)$ 'e bölünmesi ile hesaplanır ve  $S^2$  ile gösterilir. Standart sapma ise varyansın pozitif kare köküne eşittir ve  $S$  ile

ifade edilir. Matematiksel olarak varyansın tahmin edicisi,  $S^2 = \frac{1}{(n-1)}KT_x$  ile verilir.

- Varyans önemli bir değişim ölçüsü olup, birim değerlerin ortalamadan ne ölçüde farklı olabileceğini ortaya koyan bir değişkenlik ölçüdür.
- Ortalamadan fark toplamı sıfır ve fark kareler toplamı  $KT_x$  en küçük olduğundan sadece ortalama için tanımlanmıştır.
- Varyansın birimi, ortalamanın (veya gözlem değerlerinin) birimlerinin karesidir. Ancak standart sapmanın birimi ise ortalamasının birimi ile aynıdır.

#### IV.3.1 Basit Seride Varyans ve Standart Sapma

Basit seride varyans,  $S^2 = \frac{1}{(n-1)}\sum_{i=1}^n(x_i - \bar{x})^2$  eşitliği ile hesaplanır. Ortalama tam bölünen bir değer olduğunda ise aynı eşitlik,  $S^2 = \frac{1}{(n-1)}[\sum_{i=1}^n x_i^2 - n(\bar{x})^2]$  eşitliği yardımı ile de hesaplanır.

◆ **Örnek:** 6; 3; 8; 5 ve 3 gözlem değerlerinin; a) varyansını ve b) standart sapmasını hesaplayınız.

◆ **Çözüm:** Önce ortalamayı hesaplayalım. Gözlem değerlerinden  $\bar{x} = 5$  bulunur. a) Böylece varyans,  $s^2 = \frac{1}{4}[(6-5)^2 + (3-5)^2 + (8-5)^2 + (5-5)^2 + (3-5)^2] = \frac{(1+4+9+0+4)}{4} = \frac{18}{4} = 4.5$  veya  $s^2 = \frac{1}{4}[143 - 5 \times 5^2] = \frac{18}{4} = 4.5$  bulunur. b) Standart sapma ise  $s = \sqrt{4.5} \cong 2.121$ 'dir.

#### IV.3.2 Frekans Dağılımında Varyans ve Standart Sapma

##### IV.3.2.1 Gruplanmamış Frekans Dağılımında Varyans ve Standart Sapma

Gruplanmamış frekans dağılımında varyans,  $S^2 = \frac{1}{(n-1)}\sum_{j=1}^k f_j(x_j - \bar{x})^2$  eşitliği ile hesaplanır. Ortalama tam bölünen bir değer olduğunda ise aynı eşitlik,  $S^2 = \frac{1}{(n-1)}[\sum_{j=1}^k f_j x_j^2 - n(\bar{x})^2]$  eşitliği yardımı ile de hesaplanır.

◆ **Örnek:** Aşağıdaki tabloda verilen verinin; a) varyansını ve b) standart sapmasını hesaplayınız.

Tablo: Gruplanmamış Frekans Dağılımı.

$x$	$f$	$x^2$	$fx$	$fx^2$
1	6	1	6	6
2	10	4	20	40
3	9	9	27	81
4	8	16	32	128
5	7	25	35	175
Toplam	40		120	430

♦ **Çözüm:** Önce ortalamayı hesaplayalım. Gözlem değerlerinden  $\bar{x} = \frac{120}{40} = 3$  bulunur. a) Böylece varyans,  $s^2 = \frac{1}{39} [430 - 40 \times 3^2] = \frac{70}{39} \cong 1.795$  bulunur. b) Standart sapma ise  $s = \sqrt{1.795} \cong 1.340$ 'dir.

#### IV.3.2.2 Gruplanmış Frekans Dağılımında Varyans ve Standart Sapma

Gruplanmış frekans dağılımında varyans,  $S^2 = \frac{1}{(n-1)} \sum_{j=1}^k f_j (x_j - \bar{x})^2$  eşitliği ile hesaplanır. Ortalama tam bölünen bir değer olduğunda ise aynı eşitlik,  $S^2 = \frac{1}{(n-1)} [\sum_{j=1}^k f_j x_j^2 - n(\bar{x})^2]$  eşitliği yardımı ile de hesaplanır.

♦ **Örnek:** Aşağıdaki tabloda verilen verinin; a) varyansını ve b) standart sapmasını hesaplayınız.

Tablo: Gruplanmış Frekans Dağılımı.

Sınıflar	Sınıf Limitleri	$f$	$x$	$x^2$	$fx$	$fx^2$
1	3-5	2	4	16	8	32
2	6-8	10	7	49	70	490
3	9-11	12	10	100	120	1200
4	12-14	9	13	169	117	1521
5	15-17	7	16	256	112	1792
Toplam		40			427	5035

♦ **Çözüm:** Önce ortalamayı hesaplayalım. Gözlem değerlerinden  $\bar{x} = \frac{427}{40} = 10.675$  bulunur. a) Böylece varyans,  $s^2 = \frac{1}{39} [5035 - 40 \times 10.675^2] = \frac{476.775}{39} = 12.225$  bulunur. b) Standart sapma ise  $s = \sqrt{12.225} \cong 3.496$ 'dır.

#### IV.4 Değişim Katsayısı

$C_v$  ile gösterilir,  $C_v = \frac{s}{\bar{x}}$  ile tanımlanır ve  $c_v = \frac{s}{\bar{x}}$  eşitliği ile hesaplanır. Kitlelerin değişkenliklerini karşılaştırmak amacı ile kullanılır. Genellikle bulunan sonuç yüz ile çarpılıp %'de olarak ifade edilir. Değişkenliği küçük olan kitlenin daha homojen bir yapıya sahip olduğu söylenir.

♦ **Örnek:** Aşağıdaki iki frekans dağılımının değişkenlikleri hakkında ne söylenebilir. Değişkenlik katsayılarını hesaplayarak sonucu yorumlayınız.

Dağılım-1: Gruplanmış Frekans Dağılımı.

Sınıflar	Sınıf Limitleri	$f$	$x$	$x^2$	$fx$	$fx^2$
1	9-17	14	13	182	169	2366
2	18-26	9	22	198	484	4356
3	27-35	7	31	217	961	6727
4	36-44	4	40	160	1600	6400
5	45-53	3	49	147	2401	7203
6	54-62	1	58	58	3364	3364
Toplam		38		962		30416

Dağılım-2: Gruplanmış Frekans Dağılımı.

Sınıflar	Sınıf Limitleri	$f$	$x$	$x^2$	$fx$	$fx^2$
1	9-17	1	13	13	169	169
2	18-26	3	22	66	484	1452
3	27-35	4	31	124	961	3844
4	36-44	7	40	280	1600	11200
5	45-53	9	49	441	2401	21609
6	54-62	14	58	812	3364	47096
Toplam		38		1736		85370

♦ **Çözüm:** Birinci Dağılım için Hesaplamalar: Ortalama,  $\bar{x} = \frac{962}{38} \cong 25.316$  bulunur. Varyans,  $s^2 = \frac{1}{37} [30416 - 38 \times 25.316^2] = \frac{6062.211}{37} \cong 163.844$  bulunur ve standart sapması ise  $s \cong \sqrt{163.844} \cong 12.8$  bulunur. Birinci Dağılım için Hesaplamalar: Ortalama,  $\bar{x} = \frac{1736}{38} \cong 45.684$  bulunur. Varyans,  $s^2 = \frac{1}{37} [85370 - 38 \times 45.684^2] = \frac{6062.211}{37} \cong 163.844$  bulunur ve standart sapması ise  $s \cong \sqrt{163.844} \cong 12.8$  bulunur. Bütün bu sonuçlardan değişkenlikler; birinci dağılım için,  $c_v = \frac{s}{\bar{x}} \cong \frac{12.8}{25.316} \cong \%50.56$  ve ikinci dağılım için ise  $c_v = \frac{s}{\bar{x}} \cong \frac{12.8}{45.684} \cong \%28.02$  bulunur. Sonuç olarak; birinci dağılımın değişkenliği daha büyük olduğundan ikinci dağılımın daha homojen olduğu söylenir. Bir diğer ifade ile gözlem değerleri ortalama etrafında birinci dağılımda  $\cong \%50.56$  değişim gösterirken ikinci dağılımda ise  $\cong \%28.02$  değişim göstermektedir.

#### IV.5 Dördüncü Bölümle İlgili Uygulama Soruları

♦ **Uygulama-1:** Takipteki Frekans verisinin; a) ortancaya ve ortalamaya göre mutlak sapmasını hesaplayınız, b) varyans ve standart sapmasını hesaplayınız ve c) değişim katsayısını hesaplayınız ve sonucu yorumlayınız.

Tablo: Uygulama-1 İçin Veri ve Hesaplamalar.

Sınıf										
Limitleri	$f$	$x$	$(\sum_{KF} f)$	$fx$	$x^2$	$fx^2$	$ x - \bar{x} $	$ x - \bar{x} $	$f x - \bar{x} $	$f x - \bar{x} $
14-16	9	15	9	135	225	2025	7,816	7,17	70,342	64,53
17-19	13	18	22	234	324	4212	4,816	4,17	62,605	54,21
20-22	24	21	46	504	441	10584	1,816	1,17	43,579	28,08
23-25	38	24	84	912	576	21888	1,184	1,83	45,000	69,54
26-28	16	27	100	432	729	11664	4,184	4,83	66,947	77,28
Toplam	100			2217	2295	50373			288,473	293,64

♦ **Çözüm-1:** a) Ortanca,  $\tilde{x} = 22.5 + \frac{(50-46)}{38} \times 3 \cong 22.816$  olup ortancaya göre mutlak sapma ise  $MS_{\tilde{x}} \cong \frac{288.473}{100} \cong 2.885$  bulunur. Ortalama,  $\bar{x} = \frac{2217}{100} = 22.17$  olup ortalamaya göre mutlak sapma ise  $MS_{\bar{x}} \cong 293.64/100 \cong 2.936$  bulunur. b) Varyans,  $s^2 = \frac{[50373 - 100 \times 22.17^2]}{99} \cong 1222.11/99 \cong 12.345$  olup standart sapma ise  $s = \sqrt{12.345} \cong 3.513$  bulunur. c) Değişim katsayısı,  $c_v = \frac{s}{\bar{x}} \cong \frac{3.513}{22.17} \cong \%15.85$  bulunur. Bu sonucun anlamı ise gözlem değerleri ortalama etrafında  $\%15.85$  'lik bir değişim göstermektedir ki homojen olmaya yakın bir sonuçtur, denilebilir.

◆ **Uygulama-2:** Aşağıdaki Frekans verisinin; a) ortancaya ve ortalamaya göre mutlak sapmasını hesaplayınız, b) varyans ve standart sapmasını hesaplayınız ve c) değişim katsayısını hesaplayınız ve sonucu yorumlayınız.

Tablo: Uygulama-2 İçin Veri ve Hesaplamalar.

Sınıf Limitleri	$f$	$x$	$(\sum_{KF} f)$	$fx$	$x^2$	$fx^2$	$ x - \tilde{x} $	$ x - \bar{x} $	$f x - \tilde{x} $	$f x - \bar{x} $
15-24	3	19.5	3	58,5	380,25	1140,75	20	20	60	60
25-34	13	29.5	16	383,5	870,25	11313,25	10	10	130	130
35-44	18	39.5	34	711,0	1560,25	28084,5	0	0	0	0
45-54	13	49.5	47	643,5	2450,25	31853,25	10	10	130	130
55-64	3	59.5	50	178,5	3540,25	10620,75	20	20	60	60
Toplam	50			1975,0		83012,50			380	380

◆ **Çözüm-2:** a) Ortanca,  $\tilde{x} = 34.5 + \frac{(25-16)}{18} \times 10 \cong 39.5$  olup ortancaya göre mutlak sapma ise  $MS_{\tilde{x}} = \frac{380}{50} = 7.6$  bulunur. Ortalama,  $\bar{x} = \frac{1975}{50} = 39.5$  olup ortalamaya göre mutlak sapma ise  $MS_{\bar{x}} = 380/50 = 7.6$  bulunur. b) Varyans,  $s^2 = [83012.5 - 50 \times 39.5^2]/49 = 5000/49 \cong 102.041$  olup standart sapma ise  $s \cong \sqrt{102.041} \cong 10.102$  bulunur. c) Değişim katsayısı,  $c_v = \frac{s}{\bar{x}} \cong \frac{10.102}{39.5} \cong \%25.90$  bulunur. Bu sonucun anlamı ise gözlem değerleri ortalama etrafında %25.90 'lık bir değişim göstermektedir ki homojen olmaya yakın bir sonuçtur, denilebilir.

◆ **Uygulama-3:** Tesadüfi olarak seçilen 11 adet bezelye koçanından çıkan bezelye sayıları sırası ile: 4; 5; 5; 6; 8; 9; 12 14; 15; 19 ve 24 gözlemlenmiştir. a) ortancaya ve ortalamaya göre mutlak sapmasını hesaplayınız, b) varyans ve standart sapmayı hesaplayınız ve c) değişim katsayısını hesaplayınız ve sonucu yorumlayınız.

◆ **Çözüm-3:** a) Ortanca,  $\tilde{x} = x_{(6)} = 9$  olup ortancaya göre mutlak sapma ise  $MS_{\tilde{x}} = \frac{56}{11} \cong 5.091$  bulunur Ortalama,  $\bar{x} = \frac{121}{11} = 11$  olup ortalamaya göre mutlak sapma ise  $MS_{\bar{x}} = 58/11 \cong 5.273$  bulunur. b) Varyans,  $s^2 = 418/10 = 41.8$  olup standart sapma ise  $s = \sqrt{41.8} \cong 6.465$  bulunur. c) Değişim katsayısı,  $c_v = \frac{s}{\bar{x}} \cong \frac{6.465}{11} \cong \%58.78$  bulunur. Bu sonucun anlamı ise gözlem değerleri ortalama etrafında %58.78 'lık bir değişim göstermektedir ki gözlem değerleri heterojen bir yapı göstermektedir, denilebilir.

◆ **Uygulama-4:** İki yarışmacının sırkla yüksek atlama bölümünde sekiz uluslar arası jimnastik yarışmasındaki elde ettikleri skorları metre olarak şöyledir.

Tablo: Uygulama-4 İçin Veriler.

Yarışmacılar	Skorlar (m.)							
A	25	25	26	20	27	30	24	23
B	23	26	25	25	23.5	24	26.5	27

a) Her bir yarışmacı için varyans ve standart sapmayı hesaplayınız. b) Değişkenlik katsayısını hesaplayınız ve sonucu yorumlayınız.

♦ **Çözüm-4:** a) A yarışmacısı için; ortalama,  $\bar{x} = \frac{200}{8} = 25$  m olup varyans,  $s^2 = 60/7 \cong 8.571$  ve standart sapma ise  $s \cong \sqrt{8.571} \cong 2.928$  m bulunur. B yarışmacısı için; ortalama,  $\bar{x} = \frac{200}{8} = 25$  m olup varyans,  $s^2 = 14.5/7 \cong 2.071$  ve standart sapma ise  $s \cong \sqrt{2.071} \cong 1.439$  m bulunur. b) A yarışmacısı için değişkenlik katsayısı,  $c_v = \frac{s}{\bar{x}} \cong \frac{2.928}{25} \cong \%11.71$  ve B yarışmacısı için değişkenlik katsayısı,  $c_v = \frac{s}{\bar{x}} \cong \frac{1.439}{25} \cong \%5.76$  bulunur. B'nin değişkenliği daha küçük olduğundan A'dan daha istikrarlı bir yarışmacıdır. Çünkü yarışmalar arası değişkenliği daha homojendir.

♦ **Uygulama-5:** Bir bireyin arabası ile iki farklı yörünge kullanarak evi ile iş yeri arasındaki mesafeleri aldığı sekizer günlük süreler aşağıdadır.

Tablo: Uygulama-5 İçin Veriler.

Yörünge	Süre (dk.)							
Rota-A	14	15	15	10	18	20	15	13
Rota-B	11	16	16	15	15.5	13	16.6	17

a) Her bir yörünge için varyans ve standart sapmayı hesaplayınız. b) Değişkenlik katsayısını hesaplayınız ve sonucu yorumlayınız.

♦ **Çözüm-5:** a) A Rotası için; ortalama,  $\bar{x} = \frac{120}{8} = 15$  dk olup varyans,  $s^2 = 64/7 \cong 9.143$  ve standart sapma ise  $s \cong \sqrt{9.143} \cong 3.024$  dk bulunur. B Rotası için; ortalama,  $\bar{x} = \frac{120}{8} = 15$  dk olup varyans,  $s^2 = 28.5/7 \cong 4.071$  ve standart sapma ise  $s \cong \sqrt{4.071} \cong 2.018$  dk bulunur. b) A Rotası için değişkenlik katsayısı,  $c_v = \frac{s}{\bar{x}} \cong \frac{3.024}{15} \cong \%20.16$  ve B Rotası için değişkenlik katsayısı,  $c_v = \frac{s}{\bar{x}} \cong \frac{2.018}{15} \cong \%13.45$  bulunur. B'nin değişkenliği daha küçük olduğundan A'dan daha istikrarlı bir rotadır. Çünkü süreler arası değişkenliği daha homojendir. İşe gidişlerde B Rotasını kullanması zaman açısından bireyin yararına olur.

♦ **Uygulama-6:** Aşağıdaki Frekans verisinin; a) ortancaya ve ortalamaya göre mutlak sapmasını hesaplayınız, b) varyans ve standart sapmasını hesaplayınız ve c) değişim katsayısını hesaplayınız ve sonucu yorumlayınız.

Tablo: Uygulama-6 İçin Veri ve Hesaplamalar.

$x$	$f$	$(\sum_{KF} f)$	$fx$	$x^2$	$fx^2$	$ x - \tilde{x} $	$ x - \bar{x} $	$f x - \tilde{x} $	$f x - \bar{x} $
0	4	4	0	0	0	2	2	8	8
1	14	18	14	1	14	1	1	14	14
2	10	28	20	4	40	0	0	0	0
3	6	34	18	9	54	1	1	6	6
4	3	37	12	16	48	2	2	6	6
5	2	39	10	25	50	3	3	6	6
6	1	40	6	36	36	4	4	4	4
Toplam	40		80		242			44	44

◆ **Çözüm-6:** a) Ortanca,  $\tilde{x} = \frac{x_{(20)} + x_{(21)}}{2} = 2$  olup ortancaya göre mutlak sapma ise  $MS_{\tilde{x}} = \frac{44}{40} = 1.1$  bulunur. Ortalama,  $\bar{x} = \frac{80}{40} = 2$  olup ortalamaya göre mutlak sapma ise  $MS_{\bar{x}} = 44/40 = 1.1$  bulunur. b) Varyans,  $s^2 = [242 - 40 \times 2^2]/39 = 82/39 \cong 2.103$  olup standart sapma ise  $s \cong \sqrt{2.103} \cong 1.45$  bulunur. c) Değişim katsayısı,  $c_v = \frac{s}{\bar{x}} \cong \frac{1.45}{2} \cong \%72.5$  bulunur. Bu sonucun anlamı ise gözlem değerleri ortalama etrafında %72.5 'lik bir değişim göstermektedir ki heterojen bir değişkenlik söz konusudur.

◆ **Uygulama-7:** Aşağıdaki Frekans verisinin; a) ortancaya ve ortalamaya göre mutlak sapmasını hesaplayınız, b) varyans ve standart sapmasını hesaplayınız ve c) değişim katsayısını hesaplayınız ve sonucu yorumlayınız.

Tablo: Uygulama-7 İçin Veri ve Hesaplamalar.

$x$	$f$	$(\sum_{KF} f)$	$fx$	$x^2$	$fx^2$	$ x - \tilde{x} $	$ x - \bar{x} $	$f x - \tilde{x} $	$f x - \bar{x} $
1	7	7	7	1	7	2	2	14	14
2	13	20	26	4	52	1	1	13	13
3	14	34	42	9	126	0	0	0	0
4	7	41	28	16	112	1	1	7	7
5	7	48	35	25	175	2	2	14	14
6	2	50	12	36	72	3	3	6	6
Toplam	50		150		544			54	54

◆ **Çözüm-7:** a) Ortanca,  $\tilde{x} = \frac{x_{(25)} + x_{(26)}}{2} = 3$  olup ortancaya göre mutlak sapma ise  $MS_{\tilde{x}} = \frac{54}{50} = 1.08$  bulunur. Ortalama,  $\bar{x} = \frac{150}{50} = 3$  olup ortalamaya göre mutlak sapma ise  $MS_{\bar{x}} = 54/50 = 1.08$  bulunur. b) Varyans,  $s^2 = [544 - 50 \times 3^2]/49 = 94/49 \cong 1.918$  olup standart sapma ise  $s \cong \sqrt{1.918} \cong 1.385$  bulunur. c) Değişim katsayısı,  $c_v = \frac{s}{\bar{x}} \cong \frac{1.385}{3} \cong$



PROF. DR. KAMİL ALAKUŞ

%46.17 bulunur. Bu sonucun anlamı ise gözlem değerleri ortalama etrafında %46.17 ‘lik bir değişim göstermektedir ki heterojen bir değişkenlik söz konusudur.

◆ **Uygulama-8:** Aşağıdaki Frekans verisinin; a) ortancaya ve ortalamaya göre mutlak sapmasını hesaplayınız, b) varyans ve standart sapmasını hesaplayınız ve c) değişim katsayısını hesaplayınız ve sonucu yorumlayınız.

Tablo: Uygulama-8 İçin Veri ve Hesaplamalar.

Sınıf										
Limitleri	$f$	$x$	$(\sum_{KF} f)$	$fx$	$x^2$	$fx^2$	$ x - \tilde{x} $	$ x - \bar{x} $	$f x - \tilde{x} $	$f x - \bar{x} $
8-12	6	10	6	60	100	600	10	10	60	60
13-17	8	15	14	120	225	1800	5	5	40	40
18-22	12	20	26	240	400	4800	0	0	0	0
23-27	8	25	34	200	625	5000	5	5	40	40
28-32	6	30	40	180	900	5400	10	10	60	60
Toplam	40			800		17600			200	200

◆ **Çözüm-8:** a) Ortanca,  $\tilde{x} = 17.5 + \frac{(20-14)}{12} \times 5 = 20$  olup ortancaya göre mutlak sapma ise  $MS_{\tilde{x}} = \frac{200}{40} = 5$  bulunur. Ortalama,  $\bar{x} = \frac{800}{40} = 20$  olup ortalamaya göre mutlak sapma ise  $MS_{\bar{x}} = 200/40 = 5$  bulunur. b) Varyans,  $s^2 = [17600 - 40 \times 20^2]/39 = 1600/39 \cong 41.026$  olup standart sapma ise  $s \cong \sqrt{41.026} \cong 6.405$  bulunur. c) Değişim katsayısı,  $c_v = \frac{s}{\bar{x}} \cong \frac{6.405}{20} \cong \%32.03$  bulunur. Bu sonucun anlamı ise gözlem değerleri ortalama etrafında %32.03 ‘lik bir değişim göstermektedir ki homojene yakın bir değişkenlik söz konusudur.