

# LABORATUVAR ANALİZLERİ

ve

## VARIYANS UNSURLARI

Dr. Abdurrahman YAZGAN (1),

Araştırma sonuçları tartışılırken sık sık ortaya çıkan sorulardan birisi nümune büyüklüğü ve sayısının ne olduğudur. Buna verilen cevaplar da genellikle kesinlik arzetmemektedirler.

Bu itibarla, muameleler arasında fark görülmediğinde bu sonuca nümune büyüklüğünün etkisinin olup olmadığı sorusu akla gelmektedir. Muameleler arasında fark çıktığında da aynı bilgiyi küçük nünunelerle alıp masrafı azaltma problemleri ortaya çıkmaktadır.

Çalışma bu soruları cevaplandırma amacıyla ele alınmış ve laboratuvar analizleri esas alınarak en ekonomik şekilde doğru bilgilerin nasıl alınabileceği gösterilmeye çalışılmıştır.

### MATERİYAL VE METOD

Materiyal olarak Yalova - Meyvecilik Seksiyonunda yürütülen «Çilek Çeşit Denemesi» alınmıştır. Denemede 13 değişik çilek çeşidi bulunmaktadır. Deneme 4 tekerrürlü tesadüf blokları tertibindedir. Her parsel 22 bitkiye sahip olup takriben 3 m<sup>2</sup> kadardır. Her parselde iki sıra mevcuttur. Bitkiler arası mesafe 35 cm. kadardır. Çalışmaya esas olarak Gorella büyük, Surecrop orta ve Suprize de H. küçük meyveli çeşitleri alınmıştır. Hasat tarihi 23.5.1969 dur.

Hasattan sonra her parselin meyveleri tesadüfen beşer beşer gruplandırılmış ve bunların içinden yine tesadüfen üç grup seçilmiştir. Daha sonrada her gruptan üç paralel halinde Teknoloji Laboratuvarında Rafraktometre Kuru madesi tayin edilmiştir. O halde elde  $3 \times 4 \times 3 \times 3 = 180$  rakam vardır. Bu rakamlar cetvel 1 de verilmişlerdir.

---

(1) Yalova — Biyometri Lâboratuvarı.

(x) Yazar Meyvecilik Seksiyonunda Sevim Kızılay ve Teknoloji Lâboratuvarında Bumin Ö. Baykal'a materiyal temini ve analizlerin yapılmasından teşekkür eder.

Uç çilek çeşidine ait Rafraktometre kuru maddesi değerleri (x)

Bloklar	Çeşitler			Blok Toplamı		
	GORELLA	de H.	SURECROP			
I	A	1)	8,1	8,9	9,6	245,8
		2)	8,1	10,0	9,0	
		3)	8,1	9,0	9,4	
	B	1)	7,9	9,4	10,4	
		2)	7,9	10,5	11,1	
		3)	7,6	9,5	9,6	
	C	1)	7,6	10,6	9,3	
		2)	7,2	11,5	8,5	
		3)	7,2	10,8	9,0	
II	A	1)	7,6	9,2	9,2	254,8
		2)	7,5	9,4	10,0	
		3)	7,4	9,5	9,9	
	B	1)	6,5	10,9	9,5	
		2)	7,5	11,0	10,5	
		3)	7,5	11,1	10,9	
	C	1)	10,5	11,2	9,4	
		2)	8,0	11,1	9,5	
		3)	8,5	11,5	10,0	
III	A	1)	8,5	11,5	10,4	243,7
		2)	8,0	11,5	10,4	
		3)	7,5	11,5	11,0	
	B	1)	8,5	9,5	10,6	
		2)	8,0	10,5	10,4	
		3)	8,1	10,4	10,2	
	C	1)	8,5	10,6	9,5	
		2)	8,6	9,6	9,4	
		3)	9,1	10,5	9,5	
IV	A	1)	8,4	11,0	8,5	243,7
		2)	7,9	11,1	8,2	
		3)	7,5	11,0	8,9	
	B	1)	7,9	10,5	8,0	
		2)	7,5	10,5	8,1	
		3)	7,5	10,6	8,0	
	C	1)	8,1	9,9	9,4	
		2)	8,9	10,0	9,0	
		3)	8,0	10,1	9,2	
<b>Toplam</b>		287,2	375,4	343,5	1006,1	
<b>Ortalama</b>					9,3	

(X) I - IV - Bloklar: A. B. C - 5 mevveli nümüneler: 1. 2. 3 - paraleller.

Rakamlardan varyans analizi yapılarak parsel, nümune ve paralellere ait hatalar hesaplanmıştır. Sonra da en ekonomik ve en doğru bilgiyi verecek kombinasyonlar araştırılmıştır.(1)

## SONUÇLAR

Varyans analizine hazırlık olmak üzere önce Genel, Tekerrür, Muamele, Parsel, Nümune ve Paralellere ait Müşahedeye düşen toplam kareler toplamı hesaplanmıştır. Meselâ Genel için :

$$I — (1006,1)^2/108 = 9,373 \text{ tür. Tekerrür için :}$$

$$II — (245,8)^2 + (254,8)^2 + (243,7)^2/27 = 9,380 \text{ dir.}$$

Muamele için :

$$III — (287,2)^2 + (375,4)^2 + (343,5)^2/536 = 9,483 \text{ tür.}$$

Bu suretle hesaplanan değerler cetvel 2 de verilmişlerdir.

**Cetvel 2**  
**Rafraktometre Kuru maddesi varyans**  
**analizi ön hesaplaması**

Toplamlar	Toplam Karelerin	Toplam sayısı	Toplamda Müşahede sayısı	<sup>2</sup> / <sub>4</sub>
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)
Genel	1.012.237	1	108	9.373 (I)
Tekerrür	253.270	4	27	9.380 (II)
Muamele	341.401	3	36	9.483 (III)
Parsel	85.496	12	12	9.500 (IV)
Nümune	28.596	36	3	9.532 (V)
Paralel	10.080	108	1	10.080 (VI)

Cetvel yardımıyla varyans analizi kolaylıkla yapılabilir. (3) No. lu sütun serbestlik derecelerini bulmaya yarar. Her toplam grubunun S.D. (3) No. lu sütündeki rakamdan genele ait olan 1 i çıkarmakla bulunur. Kareler ortalamaları da aynı işlemin (5) numaralı sütunda tekrarlanmasıyla elde edilir. (4) numaralı sütun varyans analiz cetveline girmez. Ancak bu sütun örneklemenin varyansın küçülmesinin nasıl etkilendiğine misal olabilir. Açıklanan şekilde yapılan varyans analizi aşağıdaki cetvel 3 te görülmektedir.

Görüldüğü gibi çeşitler arası önem kontrolunda deneysel hataya ait K.O. sı kullanılmıştır. Çeşitler arasında % 1 seviyesinde önemli fark vardır. Ancak

Cetvel 3

## Rafraktometre kuru maddesi Varyans analizi

Varyasyon Kaynakları	S.D.	K.T.	K.O.
Tekerrürler arası (II - I)	3	7	2,3
Çeşitler arası (III - I)	2	110	55,0 xx
Hata, deneysel (IV - I - II - III)	6	10	1,7
Nümuneler arası (V - I)	35	159	4,5 xx
Hata, nümune (V - IV)	24	32	1,3
Paralel arası (VI - I)	107	707	6,6
Hata, paralele (VI - V)	72	548	7,6

xx)  $P < 0,001$ 

bu farka her parselden alınan nümunelerin farklılığı da dahildir. Bu farklılık çilek meyvelerinde değişik olgunluk derecelerinden ileri gelebilir.

Genel olarak deneysel hata nümune hatasından ve nümune hatası da paralel hatasından büyüktür. Halbuki eldeki çalışmada paralele ait hata en yüksek değeri vermektedir.

Hata kaynaklarının azaltılma yolları burada söz konusu değildir. Ancak eldeki şartlarda çalışıldığında doğru ve ekonomik sonuçlar alabilmek için gerekli tekerrür, nümune ve paralel sayıları kombinasyonu üzerinde durulacaktır.

Varyans analizi sonuçları varyans unsurları ile birlikte cetvel 4 te görülmektedir.

Cetvel 4

Rafraktometre kuru maddesi  
Varyans unsurları

Varyasyon Kaynakları	S.D.	K.O.	Varyans unsurları <sup>x</sup>
Genel	107	6,6	
Tekerrür	3	2,3	$\sigma_k^2 \pm k\sigma_f^2 \pm kft\sigma_b^2$
Muamele	2	55,0	$\sigma_k^2 \pm k\sigma_f^2 \pm kf\sigma_r^2 \pm kfr\sigma_t^2$
Hata, deneysel	6	1,7	$\sigma_k^2 \pm k\sigma_f^2 \pm kf\sigma_r^2$
Hata, nümune	24	1,3	$\sigma_k^2 \pm k\sigma_f^2$
Hata, paralel	72	7,6	$\sigma_k^2$

Cetveldeki notasyonlar :

$x_r =$  Tekerrür sayısı,  $f =$  parselde nümune sayısı,  $k =$  nümune paralel sayısı.

$\sigma_k^2 =$  Bir nümune üzerinde yapılan paraleller arası tesadüfi değişimler.

$\sigma_f^2 =$  Bir parseldeki nümunelerin değişimi ve ilâveten münferit paralel değişimleri.

$\sigma_r^2 =$  Aynı muameleye tabi tutulmuş parseller arası değişim ve ilâveten nümune ve paralel değişimleri.

$\theta_t^2 =$  Muameleler arası farktan dolayı muameleler arası kareler ortalamasının unsuru. Ekseriyetle araştırmaya konu olan unsur budur.

$\sigma_b^2 =$  Tekerrürden tekerrüre toprak ve mâraz farkından dolayı meydana gelen değişim.

Cetvel . te  $\sigma_k^2 = 7,6$  dir

$\sigma_f^2 = 0,0$  dir. (Zira negatif değer göstermektedir.)

$\sigma_r^2 = \frac{1,7 - 1,3}{kfr} = 0,044$  tür.

İki muamele arasındaki farkın varyansı :

$$\sigma_{\bar{d}}^2 = 2 \left( \frac{\sigma_k^2 + k\sigma_f^2 + kf\sigma_r^2}{n = kfr} \right) \text{ buradan}$$

$$\sigma_{\bar{d}}^2 = 2 \left( \frac{\sigma_k^2}{kfr} + \frac{\sigma_f^2}{fr} + \frac{\sigma_r^2}{r} \right) \text{ dir (1)}$$

Bu formül ortalamanın hata varyansının, varyansı meydana getiren unsurların kendi müşahede sayısına bölünmesiyle meydana gelen değerlerin toplamı olduğunu göstermektedir.

İki muamele arasındaki farkın ortalamasının sıfır olduğunu kontrol için :

$$t = \frac{\bar{x}_1 - \bar{x}_2}{\sqrt{\sigma_{\bar{d}}^2}} \text{ formülü kullanılır.}$$

$$\bar{x}_1 - \bar{x}_2 = u \text{ ise}$$

$$t^2 = \frac{u^2}{\sigma_{\bar{d}}^2} \text{ ve buradan}$$

$$\sigma^2 = \frac{u^2}{t^2} \text{ dir. (2)}$$

$\sigma^2$  yerine (1) No. lu eşitliği konduğunda:

$$f = \frac{2t^2}{r} \frac{\frac{\sigma^2}{k} \pm \frac{\sigma^2}{f}}{u^2 - 2t^2 \frac{2}{r}} \text{ bulunur. (3)}$$

$$u = \pm 0,15 \bar{x} = 1,40; \pm 0,20 \bar{x} = 1,86 \text{ ve } \pm 0,30 \bar{x} = 2,79$$

olarak alınmıştır. Genel ortalama cetvel 1 de 9,3 olduğundan %15, 20 ve 30 farklar bu değer üzerinden hesaplanmıştır.

t = u farkı %5 seviyesinde ölçen cetvel değeridir. Hernekadar her kombinasyon için bir t değeri bulunabilirse de kolaylık bakımından t = 1,96 kabul olunmuştur.

r = 1 ilâ 6 arası bir değer verilmiştir.

k = 1 ilâ 3 arası bir değer verilmiştir.

Değerler formül (3) te yerine konularak nümune sayıları (f) hesab edilmişlerdir. Ortalamalar arasında %15 oranındaki farkları ölçecek kombinasyonlar cetvel 5 te verilmişlerdir.

Cetvelden paralel ve tekerrür sayıları artıka bir parselden alınacak nümune sayılarının azaldığı görülmektedir. Bütün kombinasyonlarda kfr aşağı yukarı aynı olup 36 dır.

Ortalamalar arasında %20 oranındaki farkları ölçecek kombinasyonlar ise cetvel 6 da verilmişlerdir.

### Cetvel 5

**Cilekte ortalamalar arasında %15 oranındaki refraktometre kuru madde farkını %5 seviyesinde ölçecek nümune = f sayıları**

Tekerrür r	Paralel = k		
	1	2	3
1	36,1	18,1	12,0
2	16,3	8,2	5,5
3	10,6	5,3	3,5
4	7,8	3,9	2,6
5	6,2	3,1	2,1
6	5,1	2,6	1,7

## Cetvel 6

**Çilekte ortalamalar arasında %20 oranında rafraktometre kuru madde farkını %5 seviyesinde ölçecek nümune = f sayıları**

Tekerrür r	Paralel = k		
	1	2	3
1	18,7	9,4	6,3
2	8,9	4,5	3,0
3	5,8	2,9	1,9
4	4,3	2,2	1,4
5	3,5	1,7	1,2
6	2,9	1,4	1,0

Cetvel 5 teki tendens burada da görülmektedir. Bütün kombinasyonlarda kfr yaklaşık olarak 18 dir.

Aynı şekilde % 30 oranındaki ortalamalar arasındaki farkı ölçecek kombinasyonlar hesaplanmıştır. Sonuçlar cetvel 7 de verilmiştir.

Cetvel 5 ve 6 daki tendens burada da görülmektedir. Kfr bütün kombinasyonlarda yaklaşık olarak 8 dir.

Cetvelde bazı değerlerin 1 den küçük olduğu görülmektedir. Bu takdirde  $\frac{1}{f}$  sayısı kadar nümune alınır ve her nümune de 1 paralel yapılır. Örneğin  $\frac{1}{0,5} = 2$  dir (5 Tekerrür ve paralel). O halde bu kombinasyonda 2 nümune alınacak ve her nümune de bir paralel yapılacaktır demektir.

## Cetvel 7

**Çilekte ortalamalar arasında % 30 oranında rafraktometre kuru madde farkını % 5 seviyesinde ölçecek nümune = f sayıları**

Tekerrür r	Paralel = k		
	1	2	3
1	7,9	3,9	2,6
2	3,8	1,9	1,3
3	2,5	1,3	0,9
4	1,9	1,0	0,6
5	1,5	0,8	0,5
6	1,3	0,6	0,4

Cetvel 5, 6 ve 7 nin karşılaştırılması büyük oranda farkları ölçmek için aynı tekrerrür ve paralel sayılarında daha az nümune alınması icabettiğini göstermektedir. Bu cetveller şekil 1 de grafik halinde görülmektedirler.

## MALİYET HESAPLARI

Şekil 1 de belirli bir farkı ölçmek için 18 kombinasyon vardır. Bu kombinasyonların hepsi en az istenen bilgiyi vermektedirler. Bilginin en ekonomik tarzda elde edilmesi bahis konusu olduğuna göre bu kombinasyonların en ucuzunun hangisi olduğunu tesbit etmek icabettmektedir.

## BİLGİNİN TARİFİ

Bilginin ne olduğunu bilmeden maliyetini hesap etmeye imkân yoktur. İstatistikî bakımdan bir denemeden edinilen bilgi, ortalama varyansının tersidir

(2). Diğer bir deyişle  $\frac{1}{\sigma^2 \frac{2}{x}}$  tir. Eğer iki muamele arasındaki farkın ortalaması bahis konusu ise edinilen bilginin miktarı :

$$\frac{1}{\sigma^2 \frac{2}{d}} = \frac{1}{2 \sigma^2 \frac{2}{x}} = \frac{1}{\frac{2 \sigma^2}{n}} \quad (\text{dir.})$$

Bilginin tarifinden, bir denemeden azami bilgi edinmek için :

- n yani müşahede veya tekerür sayısını çoğaltmak.
- $\sigma^2$  yani varyansı azaltmak diğer bir deyişle hassas metodlar kullanmak, dikkatli çalışmak veya uygun materyal kullanmak.
- Materiyalin örnekleme ünitelerine ayrılması mümkün ise varyasyon kaynaklarına göre tesadüfi nümuneler almak.

## BİLGİNİN MALİYETİ

Yukarıda sayılan tedbirlerle bilgi arttırıldığı zaman buna yapılan masraf da değişecektir. Bir muameleye yapılan toplam masrafa M dersek birim bilgi başına yapılan masraf  $M: 1/\sigma^2$  olur ki, bu da  $M: \sigma^2$  demektir.

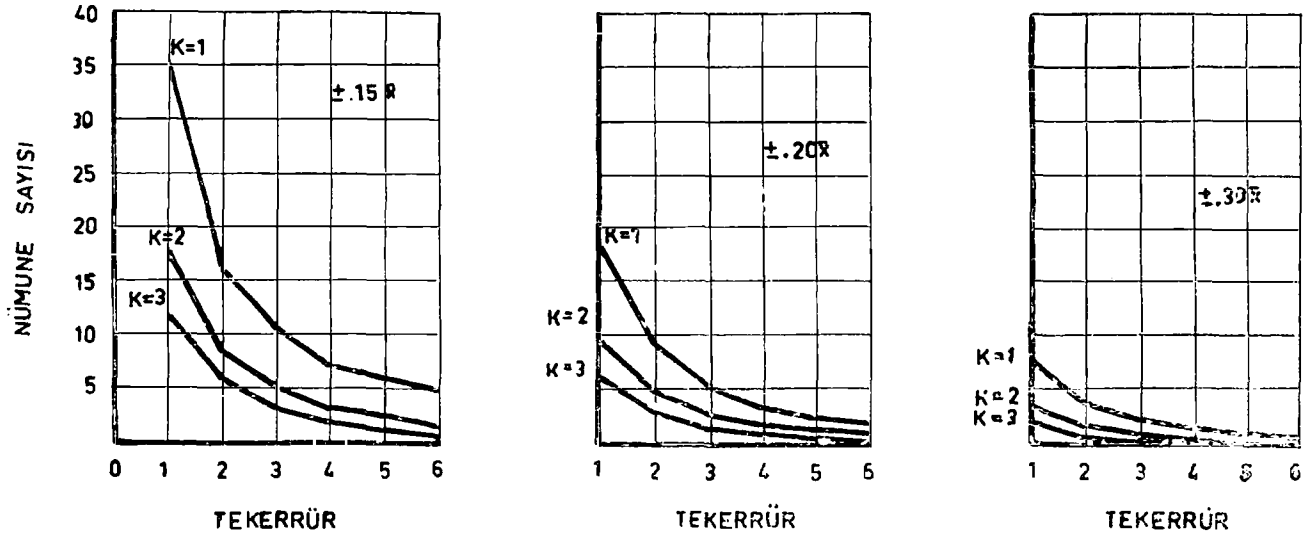
a

a

Ancak baş tarafta belirtildiği gibi varyansın azalmasıyla ilgili masraf değişimleri konu haricidir. Burada sadece denemeye yapılan masraflar, varyasyon kaynaklarına göre yani parsel, nümune ve paralel olarak tanzim edilerek en uygun kombinasyonun bulunulmasına çalışılacaktır. Uygun kombinasyon

## ŞEKİL 1

Çilekte ortalamalar arasında %15, %20 ve %30 oranında refraktometre kuru madde farkını %5 seviyesinde ölçecek tekerrür nümune ve paralel sayısı kombinasyonları  
K= Paralel sayısı



demek masraf/bilgi oranı diğer deyişle  $M.\sigma^2$ — miktarı en düşük veya birim

d

1

masraf başına edinilen bilgi anlamına gelen bilgi/masraf oranı yani  $M.\sigma^2$ -  
en yüksek olan Kombinasyon demektir.

O halde problem, şimdi iki muamele arasındaki farkın ortalaması bahis konusu olduğuna göre iki muameleye ait masraf ve  $\sigma^2$ — miktarlarını hesapla-  
yıp bunların çarpımlarından en düşük olanını seçmek şekline girmiştir.

### MASRAFIN HESAPLANMASI

Masrafın nasıl hesabedileceğini gösteren formül aşağıda verilmiştir :

$$C_{\bar{x}} = C_r \pm (r-1) C_r' \pm r [C_f \pm (f-1) C_f'] \pm rf$$

$$: [C_r \pm (k-1) C_r'] \quad (4)$$

Burada yeni olan notasyonlar :

$C_{\bar{x}}$  = Bir muamele ortalamasının masrafı

$C_r$  ) = Altındaki işaretin ilk ünitesine ait masraf

$C_r'$  ) = Altındaki işaretin ikinci ünitesine ait masraftır.

Pek tabii olarak iki muamele arasındaki farkın ortalamasının masrafı bir muameleye ait ortalamanın masrafın 2 mislidir. Diğer bir deyişle :

$$C_{\bar{d}} = 2 C_{\bar{x}} \text{ tir.}$$

Bir denemeye ait olan masraf  $C_x$  in muamele sayısı ile çarpılmasından elde edilir. Değişik varyasyon kaynaklarına ait hesaplamalarda tekerür masraflarına meyvenin tartılması ve toplanmasına ait masraflar dahil edilmez. Paralel masrafları da hesap edilirken o ana kadar yapılan masraflar nazari itibare alınmaz.

Toplam masraflar göz önünde tutulduğunda ilk ünitelere düşen masrafların fazla olacağı âşikârdır.

Aşağıdaki cetvel çilekte değişik varyasyon kaynaklarına ait masrafları göstermektedir.

Masrafların hesaplanmasında tekerrüre ait masraflar dönüme 1000 TL., nümuneye ait masraflarda çileğin kilosu 12 TL. olarak kabul edilmiştir. Paralel masraflarına personel masrafı dahil değildir.

(4) No. lu formülle hesaplanan maliyetler cetvel 9 da verilmiştir.

**Cetvel 8**

**Çilek rafraktometre kuru maddesinde değişik varyasyon kaynaklarına ait masraflar**

Masraf Kaynakları	Masraflar (kuruş)	
	İlk Ünite	İkinci Ünite
Tekerrür	300	200
Nümune	50	40
Paralel	25	25

Bu maliyetler  $C = 2Cx$  üzerinden hesaplanmışlardır. Ancak eldeki denemede amaç, kuru maddenin tayini olmadığından tekerrüre ait değerler hesaba katılmıyabilirdi. Fakat genel esasları belirtme maksadiyle bu yapılmamıştır.

Cetvelden ilk bakışta muameleler arasındaki fark arttıkça masrafın düştüğü görülmektedir. Buna karşılık tekerrür çoğaldıkça masraf da çoğalmaktadır. Her tekerrür içerisinde paralel sayısı arttıkça masraf azalmaktadır.

Bu itibarla en ekonomik bilginin bir tekerrürlü ve üç paralelli denemelerden alınabileceği kanısı hakim olmaktadır. Ancak buna karar vermek için daha önce de görüldüğü gibi varyansların hesab edilmesi lâzımdır.

**Cetvel 9**

**Değişik kombinasyonlarda masraflar (T.L.)**

Tekerrürler	Paraleller		
	1	2	3
	a) $\pm$	$15 \bar{x}$	
1	53,13	38,78	33,80
2	52,78	39,92	35,70
3	55,94	44,23	38,75
4	59,36	46,88	42,72
5	63,30	50,90	47,15
6	67,06	55,28	50,66

Cetvel 9 un devamı :

Tekerrürler	Paraleller		
	1	2	3
	b) $\frac{1}{10} \cdot 20 \bar{x}$		
1	30,51	23,12	20,69
2	33,54	26,60	24,20
3	37,22	30,26	27,71
4	41,16	34,64	31,68
5	45,75	38,30	36,80
6	49,82	42,32	41,00
	c) $\frac{1}{10} \cdot 30 \bar{x}$		
1	16,47	13,22	9,58
2	20,28	17,24	13,78
3	24,35	21,62	18,11
4	28,68	26,00	21,92
5	32,75	31,80	26,25
6	37,34	37,52	30,32

### VARIYANSIN HESAPLANMASI

Variyansın hesaplanması için lüzumlu formül(1) daha evvel verilmişti.  
Bu formülle hesaplanan varyanslar cetvel 10 dadır.

Variyanslar  $\sigma_d^2 = 2 \sigma_{\bar{x}}^2$  dir.

### Cetvel 10 Değişik kombinasyonlarda varyanslar

Ortalamalar arasındaki farklar			
Tekerrürler	$\frac{1}{10} \cdot 15 \bar{x}$	$\frac{1}{10} \cdot 20 \bar{x}$	$\frac{1}{10} \cdot 30 \bar{x}$
1	0,510	0,902	2,015
2	0,466	0,858	1,971
3	0,451	0,843	1,956
4	0,444	0,836	1,949
5	0,440	0,832	1,945
6	0,437	0,824	1,942

Cetvelden görüldüğü gibi her paralel için ayrı bir varyans yoktur. Zira kfr nin bütün paralellerdeki değeri aynı kabul olunmuştur.

Varyanslar bütün fark oranlarında tekerrür arttıkça masrafın aksine (cetvel 9) azalmaktadır. Aynı şekilde farklar çoğaldıkça da masrafın tersine olarak çoğalmaktadırlar.

Varyansın tekerrür çoğaldıkça azalması sadece tekerrür sayısı ile ilgilidir ve herhangi bir kombinasyonda edinilen bilgi veya presizyon  $\pm t \sqrt{\frac{2\sigma^2 r}{r}}$  den daha az olamaz.

### BİRİM BİLGİYE DÜŞEN MALİYET

Cetvel 9 da her kombinasyona yapılan masraf cetvel 10 da da her kombinasyonun varyansı verilmiştir.

İki muamele için birim bilginin maliyeti Masrafla maliyetlerin çarpımı ile bulunur (cetvell11).

**Cetvel 11**  
**Değişik kombinasyonlarda birim bilgi**  
**başına düşen masraf (T.L.)**

Tekerrür	P a r a l l e l e r		
	1	2	3
	a) $\pm . 15 \bar{x}$		
1	27,10	19,78	17,24
2	24,60	18,60	16,24
3	25,23	19,95	17,48
4	26,36	20,81	18,97
5	27,85	22,40	20,75
6	29,31	24,16	22,14
	b) $\pm . 20 \bar{x}$		
1	27,52	20,85	18,66
2	28,78	22,82	20,76
3	31,38	25,51	23,36
4	34,41	28,96	26,49
5	38,06	31,87	30,62
6	41,30	35,08	33,99

Cetvel 11 in devamı :

c) $\pm .30 \bar{x}$			
1	33,19	26,64	19,30
2	39,97	33,98	27,16
3	47,63	42,29	35,42
4	55,90	50,67	42,72
5	63,70	61,85	51,06
6	72,51	72,86	58,88

Cetvelin tetkiki %15 lik farkların ölçümünde 2 tekerrürün ve daha büyük farkların bulunmasında bir tekerrürün en ekonomik olduğunu göstermektedir. Cetvel aynı zamanda paralel sayısını arttırarak diğer bir deyişle aynı tekerrürde nümune sayısını azaltarak yapılacak çalışmanın daha ekonomik olduğunu açıklamaktadır. Bu bilgiler genellikle cetvel 9 dakilerle uyuşmaktadır.

Ancak cetvelde, farklar büyüdükçe muamele başına yapılan toplam masraf azaldığı halde (cetvel 9) birim bilgi başına düşen masrafın artması entransdır. Durum daha iyi görebilmek için cetvel 12 tanzim edilmiştir.

**Cetvel 12**  
**Toplam masraflarla birim bilgiye düşen**  
**masrafların karşılaştırılması**

Fark	Masraf	P a r e l e l		
		1	2	3
$\pm .15X$	Birim başına	24,60 = 100	18,60 = 100	16,64 = 100
	Toplam	215	215	215
$\pm .20X$	Birim başına	27,52 = 100	20,85 = 100	18,66 = 100
	Toplam	111	111	111
$\pm .30X$	Birim başına	33,19 = 100	26,64 = 100	19,30 = 100
	Toplam	50	50	50

Cetvel değişik farklarda, her paralel için % de olarak toplam masraflarla birim bilgi masraflarının aynı oranı verdiğini göstermektedir. Birim bilgi başına düşen masraf bütün paralellerde farklar çoğaldıkça arttığı halde toplam masraf düşmektedir. O halde denemelerin plânlanmasında kaba farkları gösteren deneylerin daima ucuz denemeler olmadığı anlaşılmaktadır.

**ELDEKİ MEVCUT FONA GÖRE TEKERRÜR**  
**SAYISININ HESAPLANMASI :**

Bu maksat için önce şartlara uygun bir nümune ve her nümune için yapılabilecek paralel sayısı tesbit edilir. Çilek için meselâ her parselden 2 nümune

çoğu zaman uygundur. Lâboratuvarında da bu nûmunelerin herbirinden üç paralel yapılabileceği farz olunsun. Bilhassa rafraktometre kuru maddesi için bu kolaylıkla mümkündür. Bu takdirde lüzumlu tekerrür sayısı şöyle bulunur :

Eldeki para — 1. nci tekerrür için toplam

$$r = 1 + \frac{\text{İkinci tekerrür için toplam masraf.}}{\text{1 nci tekerrür için toplam masraf.}}$$

1 nci tekerrür için toplam masraf :

$$t \left\{ C_r + C_f + [f - 1] C_f' + f [C_k + (k - 1) C_k'] \right\} \text{ dir.}$$

t = muamele sayısıdır. Misalimizde 13 tür.

$$f = 2$$

$$k = 3$$

Buna göre birinci tekerrürün toplam masrafı :

$$13 \left\{ 300 + 50 + [2 - 1] 40 + 2 [25 + (3 - 1) 25] \right\} =$$

İkinci tekerrürün masrafı : —

$$70,20 \text{ T.L. dir.}$$

$$t \left\{ C_r' + C_f + (f-1) C_f' + f [C_k + (k - 1) C_k'] \right\} \text{ yerine değer-}$$

ler konarak :

$$13 \left\{ 200 + 50 + (2 - 1) 40 + 2 [25 + (3-1) 25] \right\} =$$

$$57,20 \text{ TL.}$$

Elde mevcut para bu maksat için 200 TL. ise en uygun tekerrür :

$$r = 1 + \frac{200 - 70,20}{57,20} = 3,3$$

veya yaklaşık olarak 3 tekerrürdür.

Bu takdirde elde edilen presizyon formül(1) yardımıyla bulunur.

Cetvellerde çoğu zaman kesirli rakamlar çıkmaktadır. Bu kesirlerin yuvarlaklaştırılması icabeder. Bu yuvarlaklaştırılmış rakamlarla hassasiyet pek azalmaz. Zira cetvel 11 ve 9 da birbirine yakın tekerrürlerde rakamlar birbirine yakın seyretmektedir.

## TARTIŞMA

Bu çalışma ile laboratuvar analizleri yapılırken nümune almada ve paralel sayısında nelere dikkat edilmesi gösterilmek istenmiştir.

Bu konuda tercüme bir yazıdan kaçınılması şartlarımızın değişik olduğundandır. Nitekim paralellere ait hata, yabancı literatürde genellikle (O) kabul edilmektedir. Halbuki bizim çalışmamızda en yüksek değeri almıştır. Bu durumda araştırmacı nümunesini alırken bu noktaları göz önünde tutmak zorundadır.

Maliyet masrafı yönünden yapılan çalışmalar sadece ele alınan şartlar için geçerlidir. Değişik maliyet şartları değişik sonuçlar doğurur.

## SONUÇ

Bu çalışma ile çilekte refraktometre kuru maddesi esas alınarak değişik farkları ölçecek tekerrür nümune ve paralel kombinasyonları araştırılmıştır. %15, %20 ve % 30 luk farklar esas alınmıştır. 1 - 6 tekerrür ve 1 - 3 paralel sayılarına tekabül eden nümune sayıları bulunmuştur. Bunlar şekil 1 de görülmektedirler.

İki muamelenin toplam masrafı ve varyansı hesaplanarak birim bilgi başına düşen masraflar hesaplanmıştır. En düşük Masraf/Bilgi kombinasyonu  $\pm .15\bar{X}$  lik farklarda bulunmuştur. Halbuki bu oranda toplam masraf en yüksek değeri göstermektedir.

## SUMMARY

This investigation shows the use of variance component in laboratory analysis problem. As material, it is taken the refraktometer dry matter substance in stawberry.

Different sampling shcemes are calculated through the variance component. Then the total cost for the mean difference between two treatments and the variance of it computed. With help of this values, the cost per information as (T.L.) calculated.

The results show that the cheapest information of  $\pm .15\bar{X}$  could be possible in two replications, three determenations and about 5 samles in the available conditions.

## LİTERATÜR LİSTESİ

- 1 — FISHER, R. A. 1949. The design of Experiments. 5 th ed. Oliver and Boyd. London.
- 2 — SCHULTZ, J.R., 1955. Optimum Allocation of Experimental Material with an illustrative Example in Estimating Fruit Quality. Proc. Amer. Soc. Hort. Sci, 66 s. 421 - 433