

Dr. H. Sönmez-JEM720

Bölüm 4: Süreksizlik Özelliklerinin İstatistiksel Değerlendirmesi



- ✓ Uygulamaya dönük bir mühendislik yaklaşımı olarak süreksizlik yönelimi, süreksizlik aralığı, süreksizlik açıklığı, süreksizlik devamlılığı ve RQD gibi parametreler için aynı kaya kütlesi içerisinde ortalama değere yönelinir ve belirsizlikler güvenlik katsayısına yansıtılarak yorumlanır. Bu tür mühendislik analizleri deterministik hesaplamalar olarak ifade edilir.
- ✓ Bununla birlikte, örneğin hakim eklem yönelimi 40/125 olan bir süreksizlik takımı için söz gelimi 38/127'nin bu süreksizlik takımına dahil olduğu açıkça görülebilmektedir. Diğer taraftan hakim eklem yönelimi kadar olmamakla birlikte bu süreksizlik yönelimine sahip bir süreksizliğin de sahada karşılaşıma olasılığı olacağı aşikardır.
- ✓ Bu tür olasılığa dayalı değerlendirmelerin yapılabilmesi için süreksizliklerin özellikle yönelim, süreksizlik aralığı ve RQD değerlerinin istatistiksel dağılım modelleriyle tanımlanmasına gereksinim vardır.

Dr. H. Sönmez-JEM720

İSTATİSTİKSEL DAĞILIM MODELLERİ



Süreksizliklere ait parametrelerin istatistik analizlerinde kullanılan olasılık dağılım türleri

Table B.1 Probability density distributions

Name	Function	Range	Mean	Variance
Negative exponential	$f(x) = \lambda e^{-\lambda x}$	$0 \leq x < \infty$	$\frac{1}{\lambda}$	$\frac{1}{\lambda^2}$
Uniform	$f(x) = \frac{1}{a}$	$0 \leq x \leq a$	$\frac{a}{2}$	$\frac{a^2}{12}$
Triangular	$f(x) = \frac{2(a-x)}{a^2}$	$0 \leq x \leq a$	$\frac{a}{3}$	$\frac{a^2}{18}$
Normal	$f(x) = \frac{1}{\sigma\sqrt{2\pi}} e^{-0.5\left(\frac{x-\mu}{\sigma}\right)^2}$	$-\infty \leq x \leq \infty$	μ	σ^2
Lognormal	$f(x) = \frac{1}{x\sigma\sqrt{2\pi}} e^{-0.5\left(\frac{\ln(x)-\mu}{\sigma}\right)^2}$	$0 \leq x < \infty$	$\mu_1 = e^{\mu+0.5\sigma^2}$	$\mu_1^2(e^{\sigma^2} - 1)$

(Priest, 1993'den)

Dr. H. Sönmez-JEM720

SÜREKSİZLİK YÖNELİMİNİN İSTATİSTİKSEL DEĞERLENDİRMESİ



- ✓ Süreksizlik yönelimi **eğim** ve **eğim yönü** olmak üzere iki bileşenden oluşur.

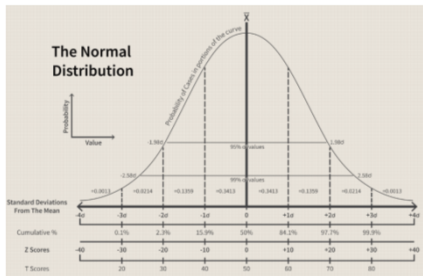
Örnek: 1. no.lu eklem setinde belirli bir eğimden yüksek eğime sahip süreksizlikle karşılaşılma olasılığı nedir?

Yeterli veri sayısı çok önemli! → hat etütlerinde 150 ile 300 arasında ölçüm

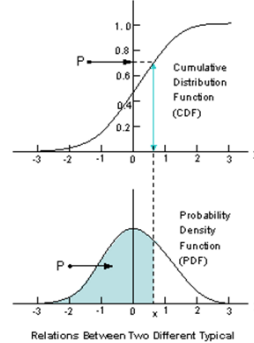
- ✓ Aynı eklem setinin üyesi olan süreksizliklerin eğim değerleri → **Normal (GAUSSIAN) dağılıma** sahip olması beklenir.

$$f(x) = \frac{1}{\sigma\sqrt{2\pi}} \exp\left[-\frac{1}{2}\left(\frac{x-\mu}{\sigma}\right)^2\right]$$

μ : ortalama, σ : standart sapma



Kümülatif eğri



<https://www.investopedia.com/articles/ investing/102014/lognormal-and-normal-distribution.asp>

<https://tex.stackexchange.com/questions/515670/probability-density-function-and-cumulative-distribution-function-for-normal-dis>

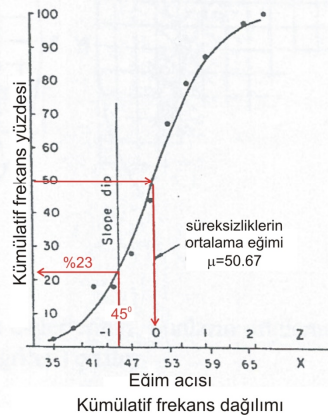
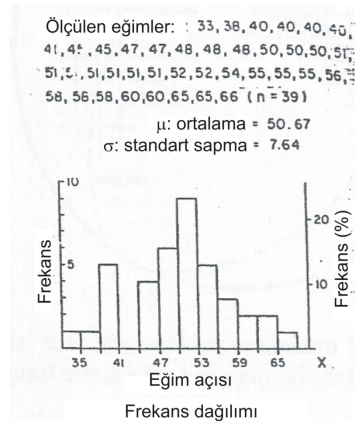
Dr. H. Sönmez-JEM720

- ✓ Ölçülen verilerin normal dağılıma uygunluğu istatistiksel (X^2 testi gibi) olarak test edilmelidir.

↓ Uygunsa

μ : ortalama ve σ : standart sapma → SPSS, Excel vb. uygun bir istatistik yazılımıyla belirlenir.

Ör: eğimi 45° 'den büyük süreksizlikle karşılaşılma olasılığı %77 (=100-23)'dür.



(Prof. Dr R. Ulusay'ın JEO 620 ders notlarından)

Dr. H. Sönmez-JEM720

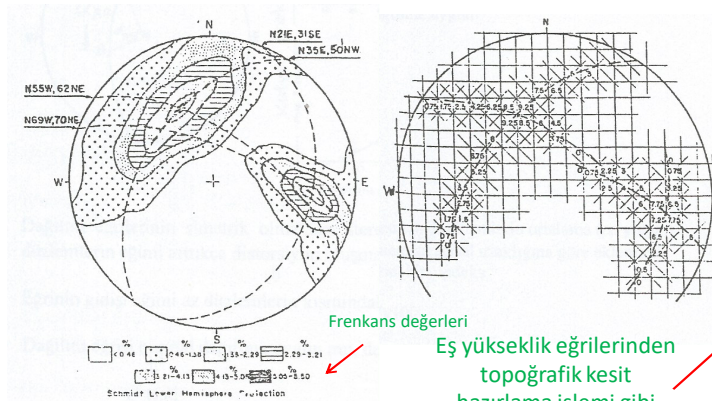
Streonet Üzerindeki Süreksizlik Yönelimi Konturlarının İstatistiksel Değerlendirmesi



- Stereonet üzerinde her bir sete ait konturlar kabaca elips (normal dağılımıdan dolayı) şeklindedir.
- Elips dağılımının hakim eklem yönelimi üzerinden geçen uzun ve kısa eksenleri boyunca işlem yapılır.

İzlenen adımlar

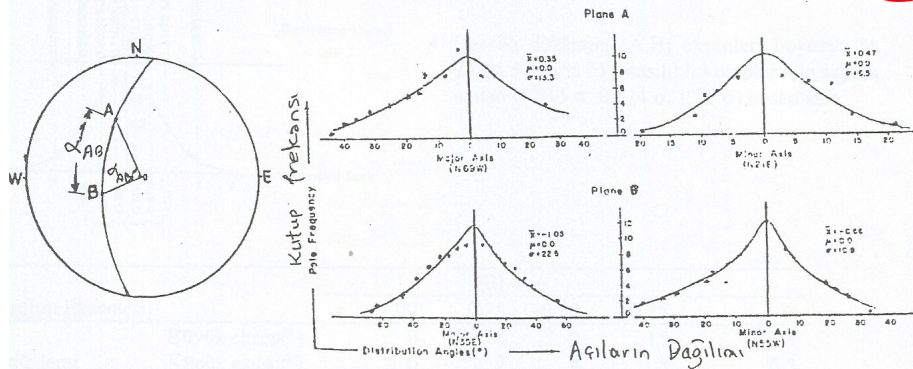
1. Kontur diyagramı üzerine Eksenler çizilir.
2. Üzerine karelej serilir. Eksenler geçirilir.
3. Karelajın kesim noktaları için frekans değerleri konturlardan aktarılır. Bu değerler kullanılarak eksenler boyunca frekans değerleri aktarılır.



(Prof. Dr R. Ulusay'ın JEO 620 ders notlarından)

Dr. H. Sönmez-JEM720

4. Her bir eksen için açılal uzaklığa bağlı olarak frekans değerleri okunur. Frekans dağılımı grafikleri her bir eksen için hazırlanır.



- ✓ Ölçülen verilerin normal dağılıma uygunluğu istatistiksel (χ^2 testi gibi) olarak test edilmelidir.

↓ Uygunsa

μ : ortalama ve σ : standart sapma → SPSS, Excel vb. uygun bir istatistik yazılımıyla belirlenir.

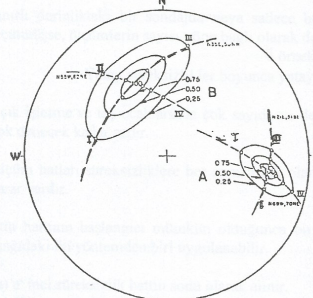
Eksenlere μ v σ ile geri aktarım ve yeniden konturlama

Devamı arkada →

(Prof. Dr R. Ulusay'ın JEO 620 ders notlarından)

Dr. H. Sönmez-JEM720

Normal dağılıma göre yeniden hazırlanan stereonet konturları ve farklı karşılaşılma olasılığı değerlerinde süreksizlik yönelimleri



Sahadaki karşılaşılma olasılığına geçebilmek için bu % değerler Orijinal stereonetteki konturların maksimum % frekans değeriyle çarpılmalıdır.

Çeşitli İhtimalli Düzlemlerin Doğrultu ve Eğimleri.

İhtimal Düzlem (%)	100	75	50	25	Dağılım Eksenleri
A	N8E, 59NW	N10E, 59NW	N13E, 59NW	N17E, 58NW	I
		N6E, 56NW	N3E, 51NW	N-S, 46W	II
		N6E, 59NW	N3E, 60NW	N1W, 60SW	III
		N10E, 63NW	N12E, 68NW	N14E, 73NW	IV
B	N67E, 45SE	N58E, 41SE	N46E, 41SE	N30E, 40SE	I
		N64E, 48SE	N61E, 51SE	N56E, 56SE	II
		N76E, 49SE	N85E, 53SE	N85W, 60SW	III
		N70E, 43SE	N74E, 40SE	N82E, 37SE	IV

(Prof. Dr R. Ulusay'ın JEO 620 ders notlarından)

Dr. H. Sönmez-JEM720

Bir örnek çalışma:



Engineering Geology 55 (2000) 277–296

ENGINEERING GEOLOGY



www.elsevier.nl/locate/enggeo

Discontinuity controlled probabilistic slope failure risk maps of the Altındag (settlement) region in Turkey

C. Gökçeoğlu, H. Sönmez*, M. Ercanoğlu

Hacettepe University, Department of Geological Engineering, 06532 Beştepe-Ankara, Turkey

Received 9 June 1998; accepted for publication 4 February 1999

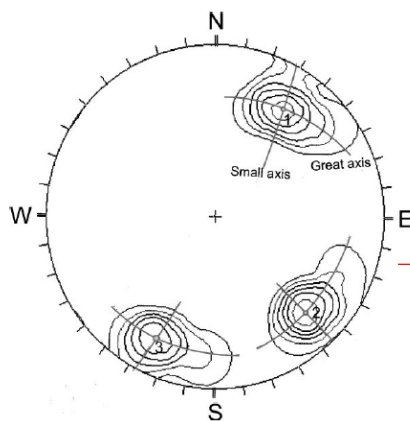
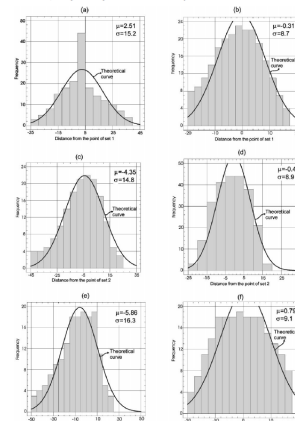


Fig. 4. Distribution of discontinuity orientation data on the stereonet and small and great axes for each peak orientations of joints.



Eksenler boyunca frekans değerlerinin normal dağılım analizi

Dr. H. Sönmez-JEM720

χ^2 analizi ve yeniden konturlanan süreksizlik setleri

Table 2
 χ^2 test results of the theoretical normal curve for each set

Joint Set No.	Circle of great/small	χ^2	Degree of freedom	σ Level
Set 1	G	17.5	8	0.026
	S	9.6	11	0.565
Set 2	G	10.2	9	0.339
	S	13.7	5	0.017
Set 3	G	13.9	10	0.178
	S	19.0	12	0.88

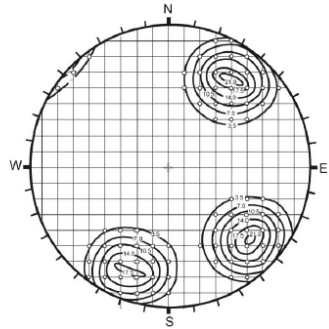


Fig. 6. Normalized contour diagram for the joint sets.

Üç süreksizlik seti için karelerin kesim noktalarındaki süreksizlik yönelimleri ve sahadaki karşılaşımla frekans değerler (%)

Table 3
List of the 83 discontinuity orientation data values

No.	Dip-direction	Dip value	Frequency	No.	Dip-direction	Dip value	Frequency
1	201	85	5.25	43	300	81	8.75
2	207	89	5.25	44	338	54	3.80
3	196	73	7.00	45	329	58	8.50
4	203	76	12.25	46	321	64	15.75
5	210	81	12.25	47	315	71	20.00
6	216	86	7.00	48	310	78	15.75
7	189	61	3.50	49	306	86	8.75
8	198	63	10.00	50	333	67	5.25
9	207	67	18.50	51	326	72	10.75
10	214	72	19.25	52	320	78	13.75
11	220	78	15.00	53	315	85	12.00
12	225	85	8.75	54	330	81	4.50
13	191	51	3.25	55	324	86	5.35
14	202	54	8.75	56	045	57	3.25
15	211	58	15.75	57	037	50	4.50
16	219	64	17.50	58	027	45	4.25
17	225	71	18.00	59	045	71	3.25
18	230	78	10.00	60	039	64	8.00
19	234	86	3.00	61	031	58	11.25
20	207	45	5.25	62	022	54	9.75
21	217	50	8.75	63	011	51	7.00
22	225	57	12.00	64	000	50	3.75
23	231	64	10.50	65	040	78	5.25
24	236	72	5.50	66	034	72	12.25
25	225	42	5.00	67	027	67	16.00
26	233	50	5.25	68	018	63	15.50
27	239	58	5.00	69	009	61	12.25
28	126	86	5.25	70	000	60	5.50
29	135	85	5.25	71	036	86	5.25
30	144	86	5.25	72	030	81	12.25
31	297	45	3.50	73	023	76	15.75
32	292	54	4.00	74	016	73	17.00
33	288	63	3.50	75	008	71	14.00
34	315	42	5.00	76	000	70	5.75
35	307	50	8.75	77	021	85	10.25
36	301	58	11.75	78	014	82	10.50
37	297	67	10.50	79	007	81	8.00
38	293	76	5.75	80	000	80	3.25
39	323	50	8.00	81	216	68	22.50
40	315	57	14.00	82	310	70	22.00
41	309	64	19.00	83	021	70	18.50
42	304	72	17.00				

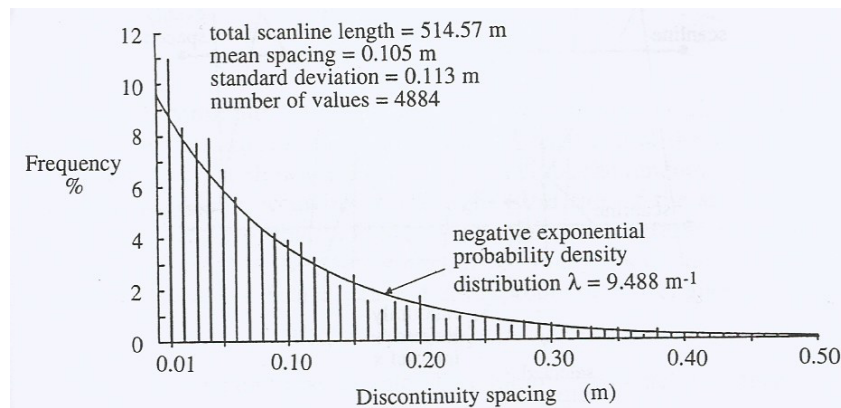
Dr. H. Sönmez-JEM720

SÜREKSİZLİK YÖNELİMİNİN İSTATİSTİKSEL DEĞERLENDİRMESİ

- ✓ Süreksizlik aralığı (S) genellikle negatif eksponansiyel dağılıma uygunluk sergiler:

$$f(x) = \lambda e^{-\lambda x} \rightarrow \lambda: 1 \text{ metredeki süreksizlik sayısıdır.}$$

Standart sapma: $1/\lambda$



(Priest ve Hudson, 1976; Priest 1993'den)

