

INS305

Zemin Mekaniği I

Yeraltı Gerilmeleri; Düşey yükleme ile oluşan zemin kütlesindeki gerilmeler

Prof. Dr. İnan KESKİN

inaneskin@karabuk.edu.tr, inaneskin@gmail.com

www.inaneskin.com

ZEMİN MEKANİĞİ

Haftalık Konular

Hafta 1:	Zeminlerin Oluşumu
Hafta 2:	Zeminlerin Fiziksel ve Endeks Özelliklerinin Tanımlanması ve Problem Çözümleri
Hafta 3:	Zeminlerin Fiziksel ve Plastisite Özelliklerine Yönelik Deneyler
Hafta 4:	Zeminlerde Tane Dağılımı ve Analizi
Hafta 5:	Zeminlerin Sınıflandırılması
Hafta 6:	Zemin Sınıflama Sistemleri Uygulamaları ve Karşılaştırmalar
Hafta 7:	Zeminlerde Su
Hafta 8:	Yeraltı Gerilmeleri; Zemin kütlesi nedeniyle oluşan gerilmeler
Hafta 9:	Yeraltı Gerilmeleri; Düşey yükleme ile oluşan zemin kütlesindeki gerilmeler
Hafta 10:	Zeminlerin Kompaksiyonu
Hafta 11:	Standart Proktor Deneyi ve Modifiye Proktor Deneylerinin Uygulaması
Hafta 12:	Sıkışma ve Konsolidasyon Teorisi
Hafta 13:	Konsolidasyon Deneyi
Hafta 14:	İleri Zemin Mekaniği Problem Çözümleri
Hafta 15:	Bu ders için Ara Sınav, 7. ve 15. haftalar arasındaki bir tarihte yapılır. Sınavın yapıldığı tarihten itibaren konular bir hafta ileri alınır.

ZEMİNLERDE GERİLME DAĞILIŞI

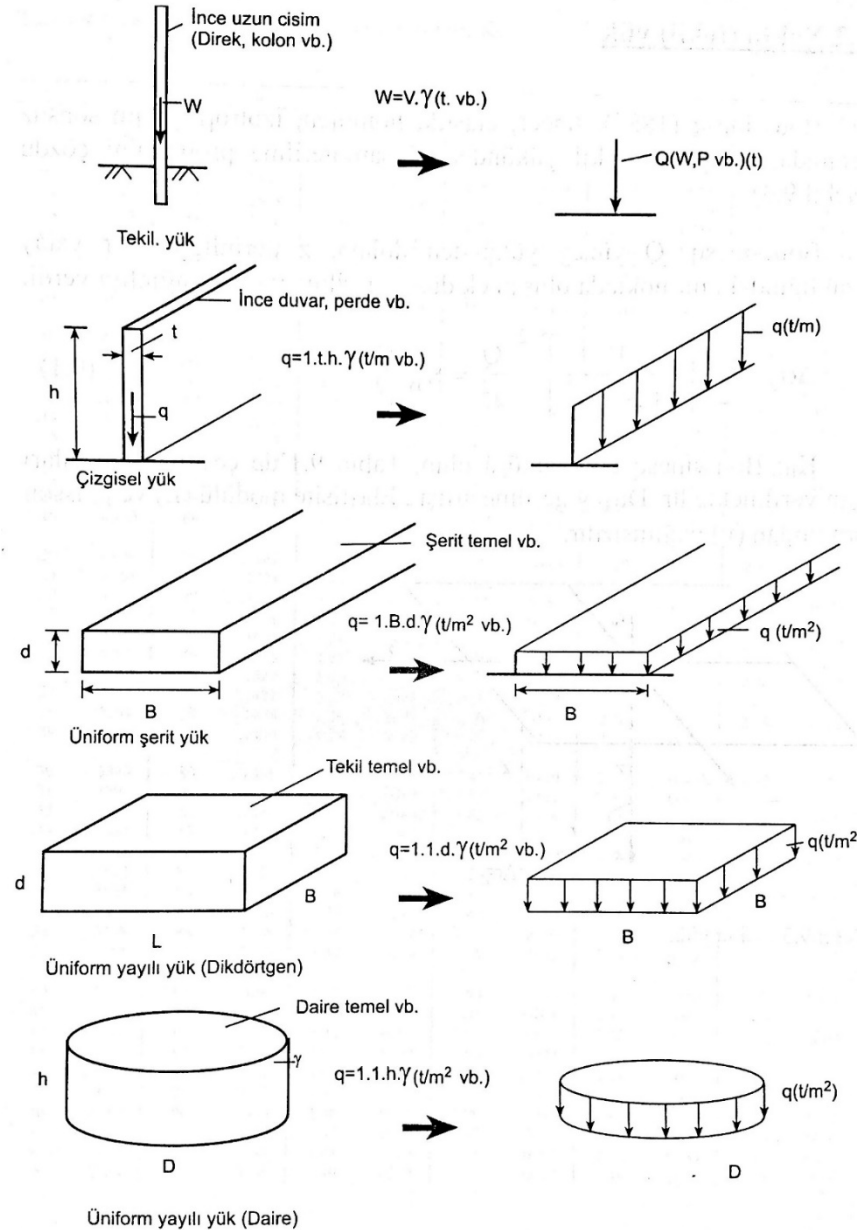
İnşaat Mühendisliği projeleri genellikle zemin üzerinde dış yüklere neden olur. Bu nedenle de gerilmeler oluşur. Bu yükler yapı temellerini, araçları, tankları, depoları ve diğer bir çok unsuru içerir. **Sonradan oluşan bu gerilmeler genellikle önemlidir ve aşırı oturma, kesme yenilmesi veya diğer bazı problemlerin kaynağı olabilirler.**

❑ Sonlu genişlikte

- ❑ Nokta (Tekil) yük
- ❑ Çizgisel yük
- ❑ Şerit yük
- ❑ Üniform yüklü dikdörtgen alan
- ❑ Üniform yüklü dairesel alan

❑ Sonsuz genişlikte

- ❑ (Dolgular, yüzey yükleri)

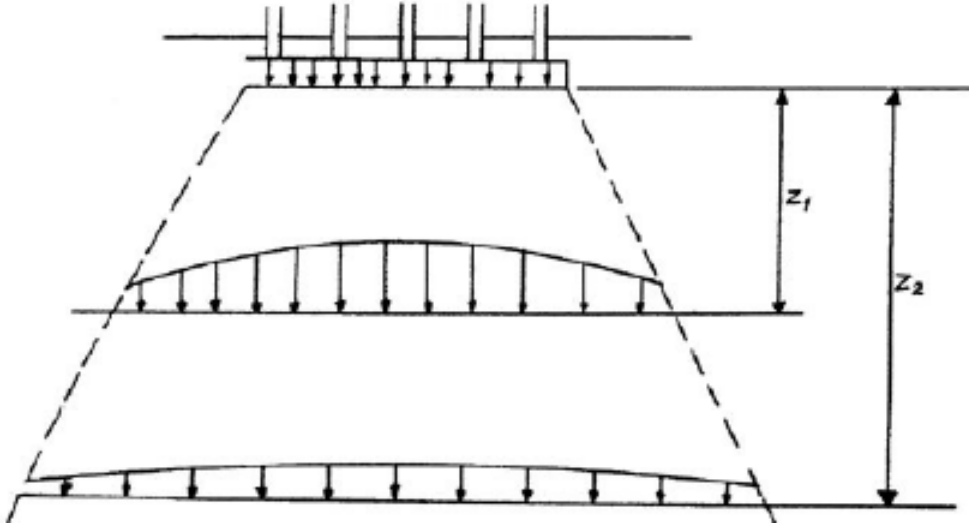


YÜZEY GERİLMELERİNİN YOL AÇTIĞI DÜŞEY GERİLMELER

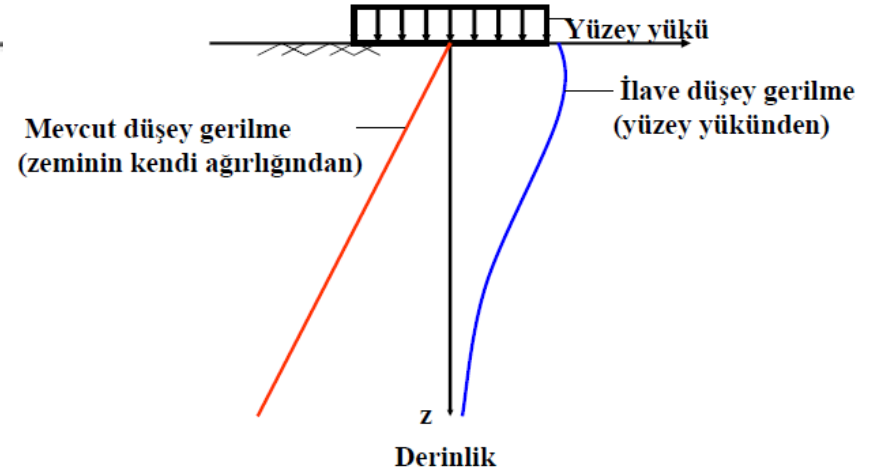
Derinlik arttıkça gerilmelerin şiddeti azalmakta, buna karşılık yük daha geniş bir alana yayılmaktadır. Bu gerilmelerin gerçek dağılımını saptayabilmek için uygulanan yükün şiddetini, yük uygulanan alanın boyutları ile biçimini ve zemin özelliklerini bilmemiz gerekir.

Gerilmenin şiddeti, derinlik (z) arttıkça
ve
yükün uygulandığı noktadan (r) uzaklaştıkça, azalır.

Yatay düzlemde düşey gerilme dağılışı



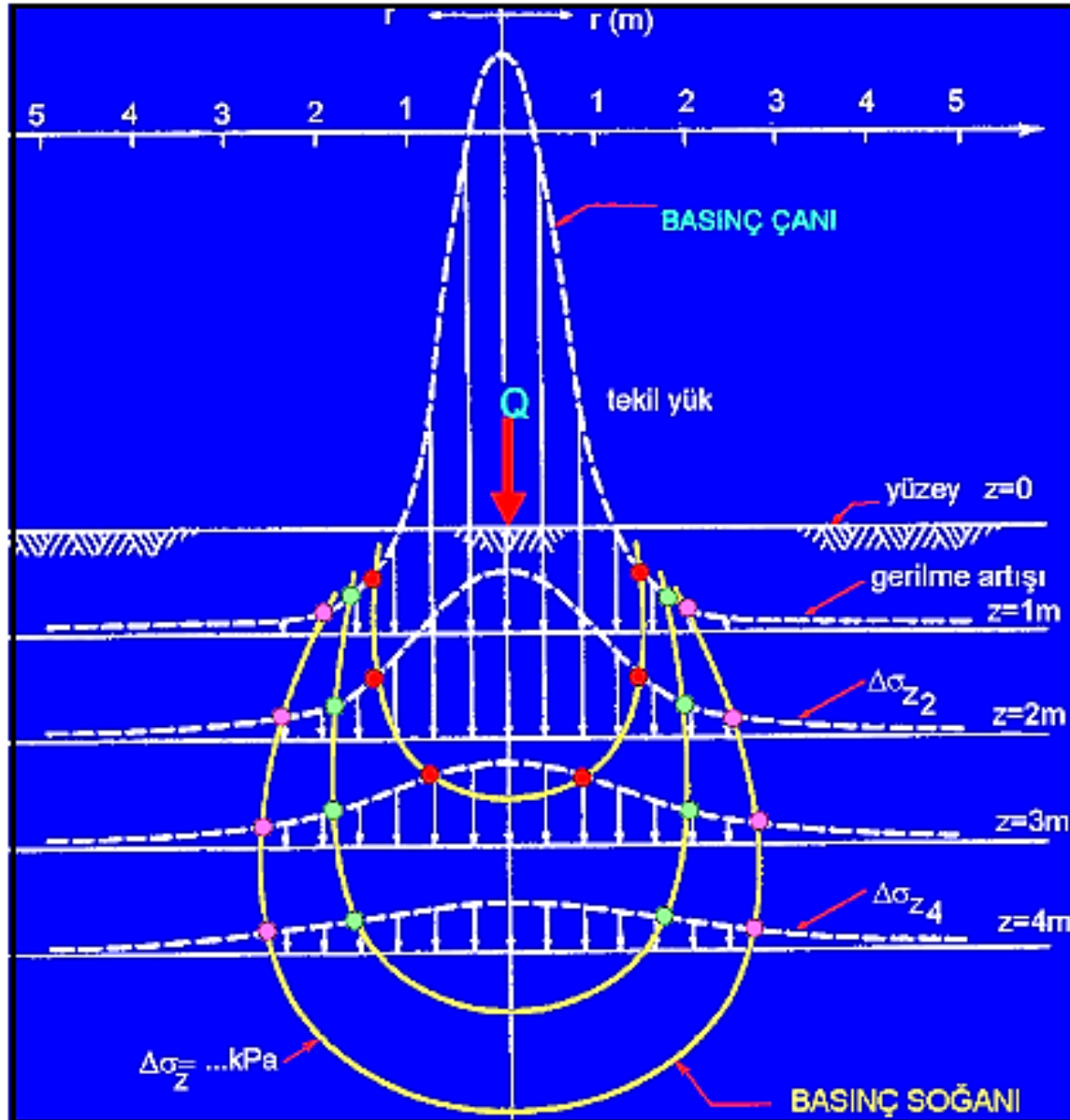
Düşey düzlemde düşey gerilme dağılışı



Zemin yüzüne yakın bir yapı temelinden aşağıdaki zemin tabakalarına iletilen düşey gerilmelerin z_1 ve z_2 derinliklerinde dağılımına dikkat ediniz.

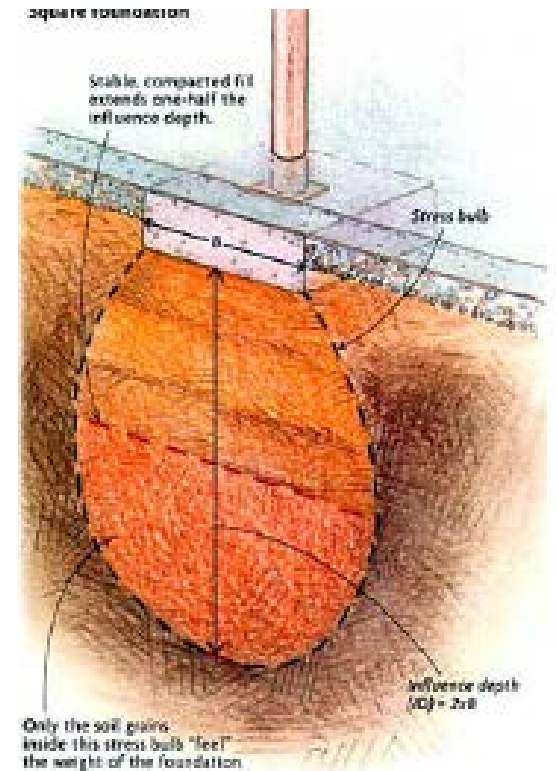
YÜZEY GERİLMELERİNİN YOL AÇTIĞI DÜŞEY GERİLMELER

İzobarlar (Basınç Soğanı) ve Basınç Çanı



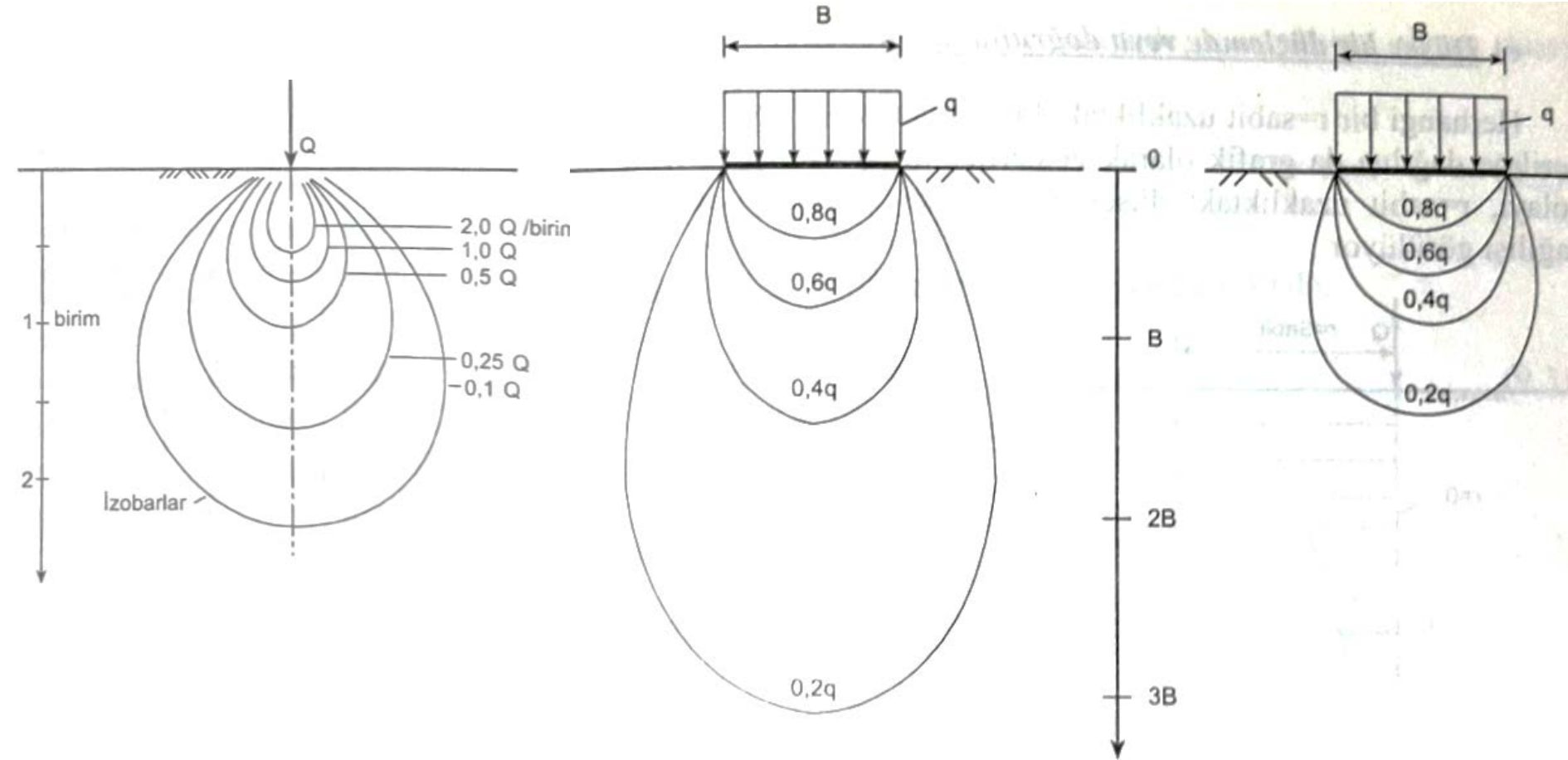
İzobar, eşit düşey gerilme noktalarını birleştiren eğridir.

Basınç Çanı, Herhangi bir düzleme gelen gelen gerilme artışlarıdır.



YÜZEY GERİLMELERİNİN YOL AÇTIĞI DÜŞEY GERİLMELER

0,2 q değeri; şerit yükü 3B derinliğine, kare yükte ise 1,5 B derinliğine kadar inmekte



Nokta yük

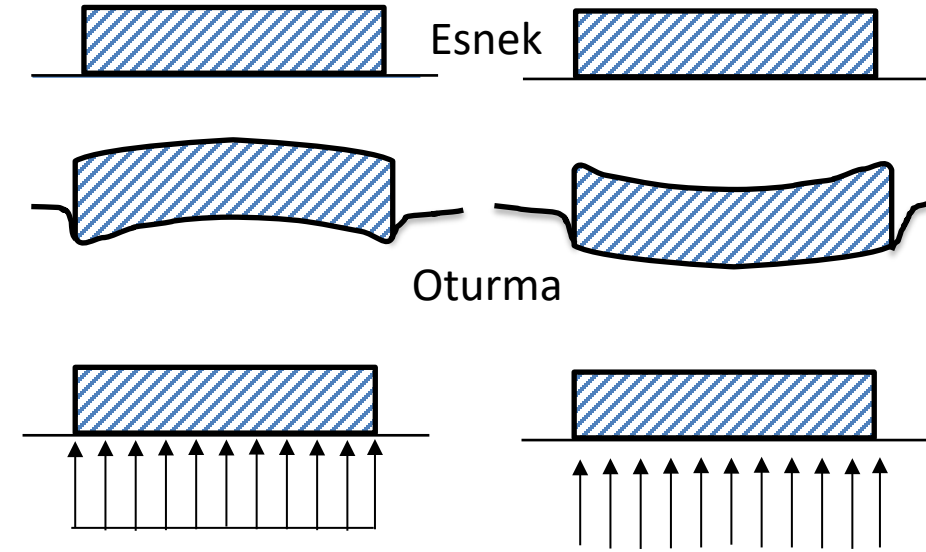
Şerit Yük

Kare Yük

YÜZEY GERİLMELERİNİN YOL AÇTIĞI DÜŞEY GERİLMELER

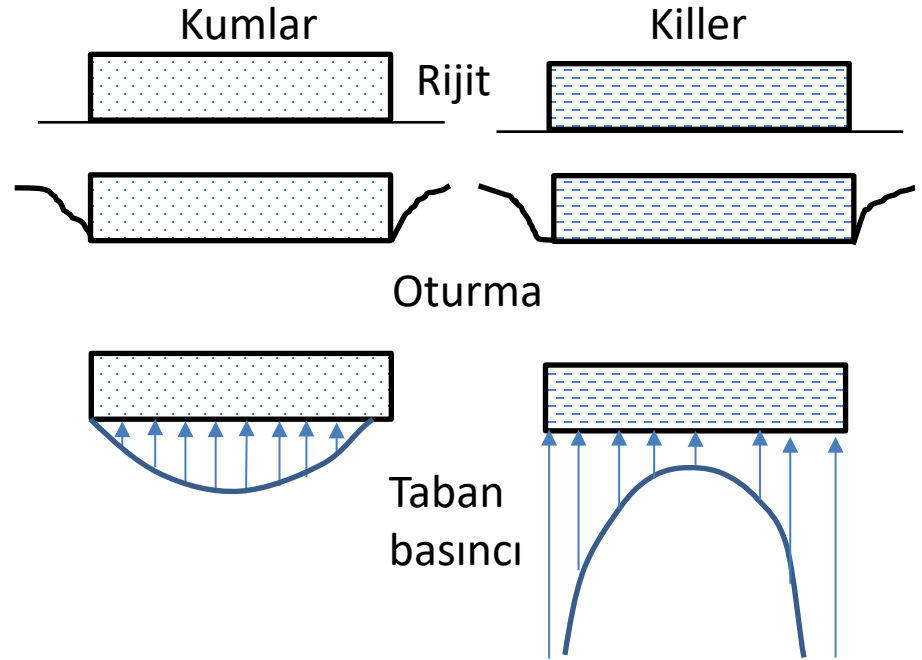
Yüklü alanın şeklindeki değişiklik temelin esnek olup olmadığına ve temel zeminin türüne bağlıdır.

Birçok yapı temeli, zeminin rijitliğine oranla çok daha rijittir. Rijitlik arttıkça taban basıncı da uniform dağılımdan uzaklaşır.



Esnek bir temelin temas gerilmesi uniform fakat temel altındaki deplasman kenarlarda en az ve temelin merkezinde fazladır.

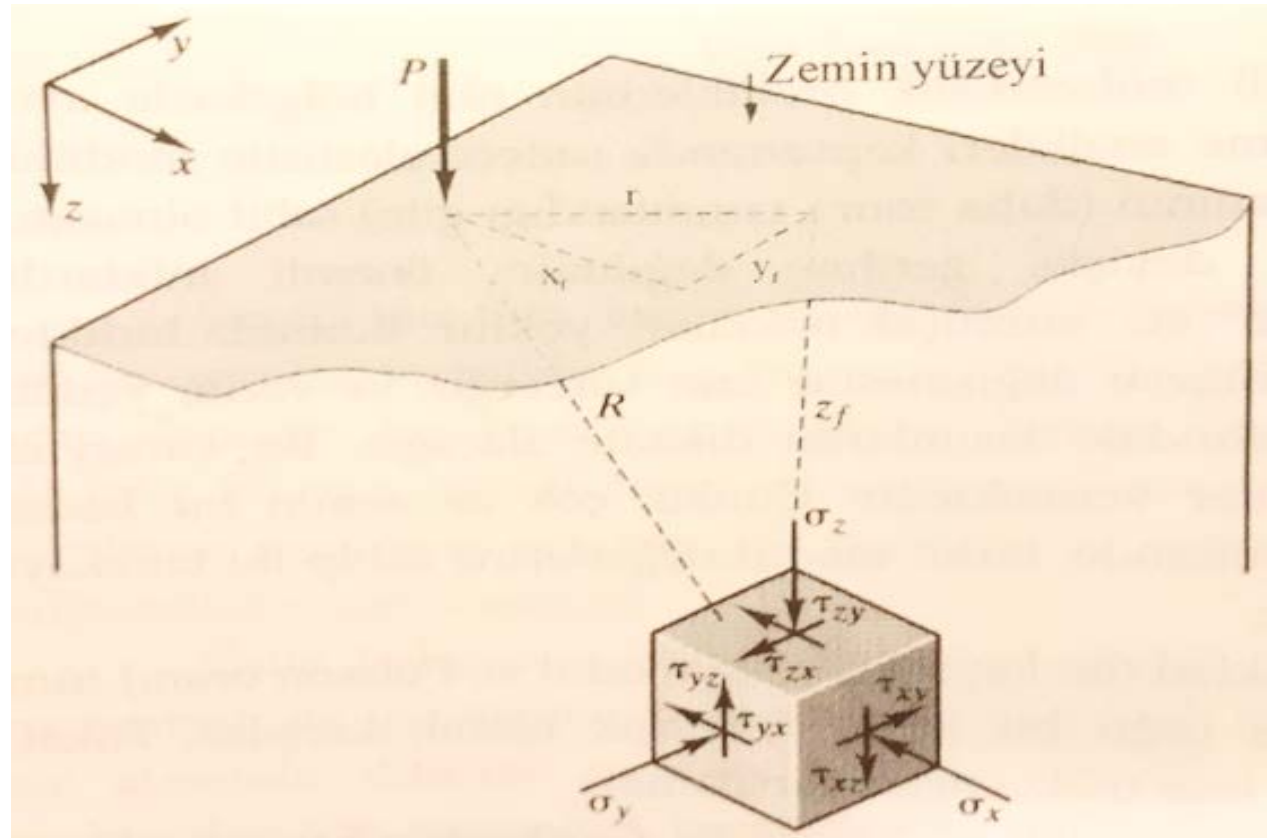
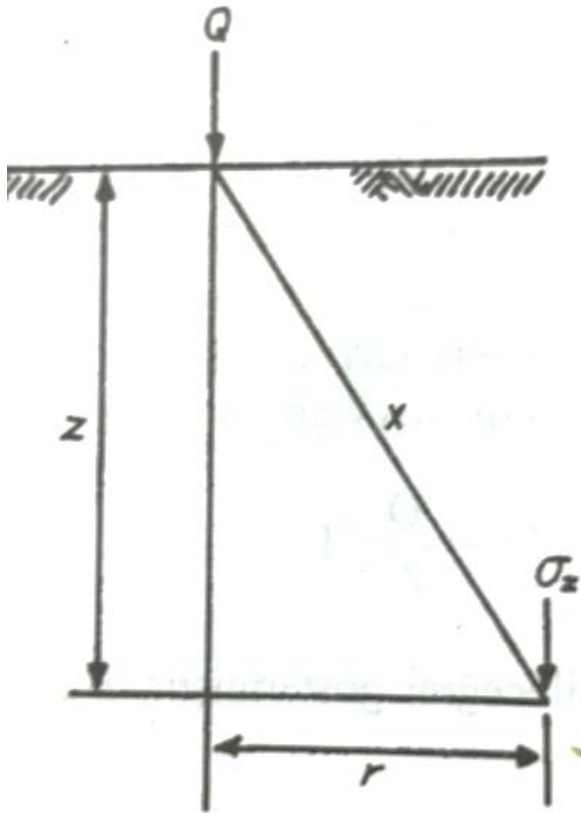
Kum zemin üzerine oturan B genişliğindeki rijit bir temelde, maksimum taban basıncı temelin ortasındadır.



Kil zemin üzerine oturan rijit bir temelde maksimum taban basıncı kenarlarda oluşur

YÜZEY GERİLMELERİNİN YOL AÇTIĞI DÜŞEY GERİLMELER

Fransız matematikçi Joseph Boussinesq (1842-1929) uygulanan bir dış yükten dolayı homojen, izotrop, lineer elastik bir yarı sonsuz ortam için **gerilmeleri elastisite teorisinden** yararlanarak hesaplayabilecek bir yöntem geliştirmiştir. **Zeminlerin malzeme davranışının elastik olmadığını bilmemize rağmen, düşey gerilmelerin hesabında bu yaklaşımın pratikte yeterli sonuçlar verdiği kanıtlanmıştır.** Zeminlerdeki gerilme yayılımını analitik olarak bulmak için, zeminin elastik bir malzeme gibi davrandığı varsayımında bulunarak elastisite teorisinden yararlanılmaktadır.



YÜZEY GERİLMELERİNİN YOL AÇTIĞI DÜŞEY GERİLMELER

Notasal Yük

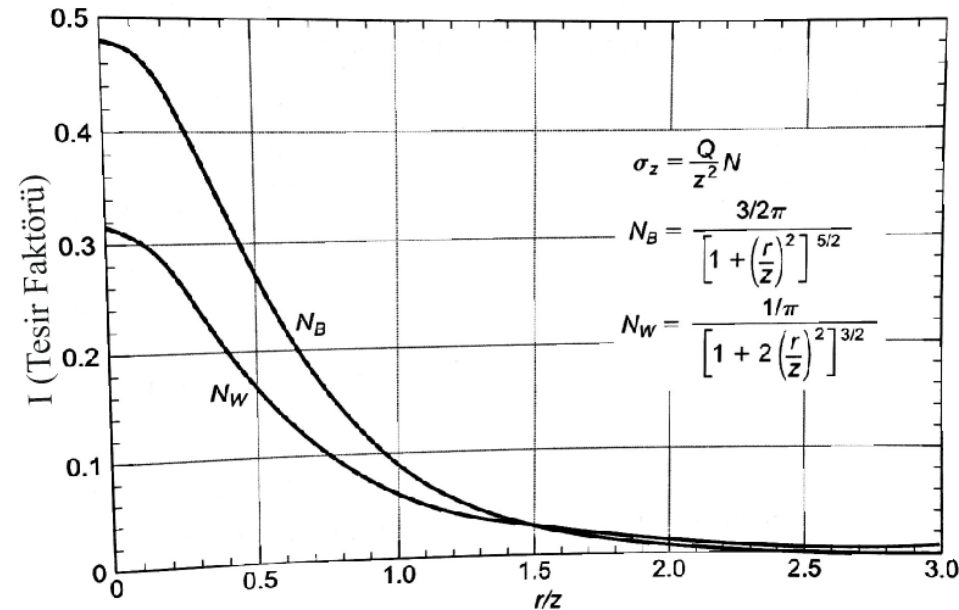
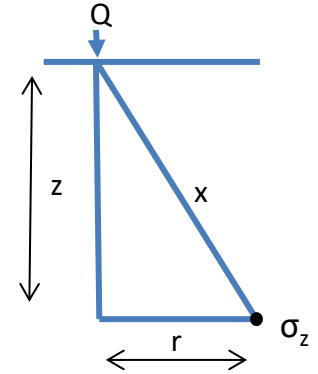
Boussinesq (1885), aşağıdaki şekilde gösterildiği gibi düzleme dik olarak etkiyen **noksal yükün (tekil)** (Q) elastik malzemeler üzerinde oluşturacağı genel gerilme ifadelerini kartezyen koordinat sisteminde, aşağıdaki gibi formül ile etmiştir.

$$\sigma_z = \frac{3Q}{2\pi z^2} * \left[\frac{1}{1 + \left(\frac{r}{z}\right)^2} \right]^{\frac{5}{2}} = \boxed{\frac{Q}{z^2} * I}$$

yada

$$\sigma_z = \frac{Q(3z^3)}{2\pi (r^2 + z^2)^{\frac{5}{2}}} = \boxed{\frac{Q}{z^2} * I}$$

$$I (\text{Tesit Faktörü}) = \frac{3}{2\pi} * \left[\frac{1}{1 + \left(\frac{r}{z}\right)^2} \right]^{\frac{5}{2}}$$



YÜZEY GERİLMELERİNİN YOL AÇTIĞI DÜŞEY GERİLMELER

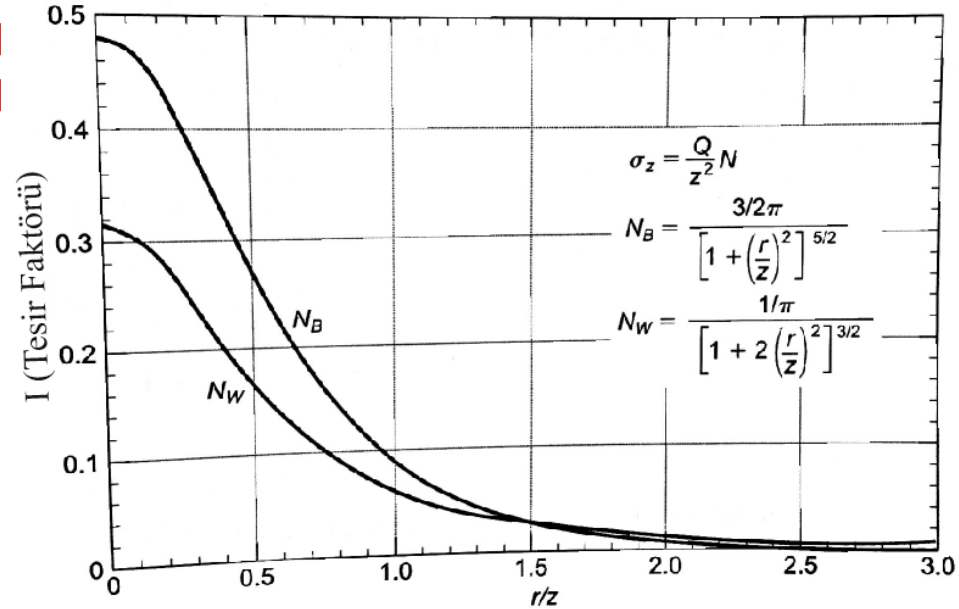
Notasal Yük

Doğal zemin tabakaları içinde, yatay düzlemlerde oluşan sürtünme kuvvetlerinden dolayı düşey yüklemeler altında yatay şekil değiştirmeler oldukça sınırlıdır. **Westergard 1938** yatay şekil değiştirmesi sıfır olan elastik ortamdaki gerilme dağılışını aşağıdaki gibi ifade etmiştir.

$$\sigma_z = \frac{Q}{\pi z^2} * \left[\frac{1}{1 + 2 \left(\frac{r}{z} \right)^2} \right] = \frac{Q}{z^2} * I$$

Westergard çözümüne göre I tesir faktörü

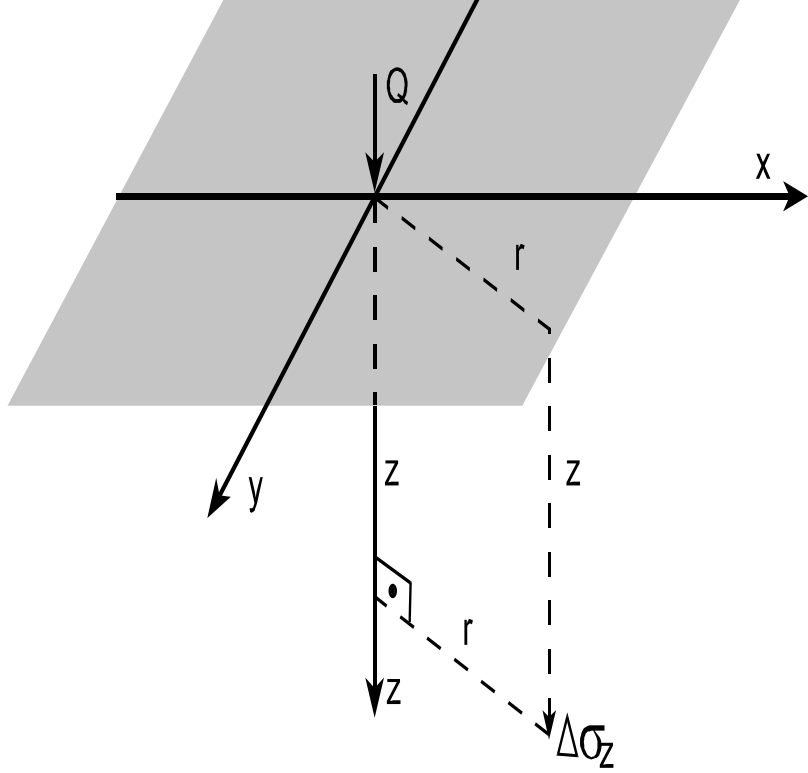
$$I = \frac{\frac{1}{\pi}}{\left[1 + 2 \left(\frac{r}{z} \right)^2 \right]^{\frac{3}{2}}}$$



Boussinesq ve Westergard çözümüne göre nokta yük için düşey gerilmeleri veren I tesir faktörü

YÜZEY GERİLMELERİNİN YOL AÇTIĞI DÜŞEY GERİLMELER

Notasal Yük



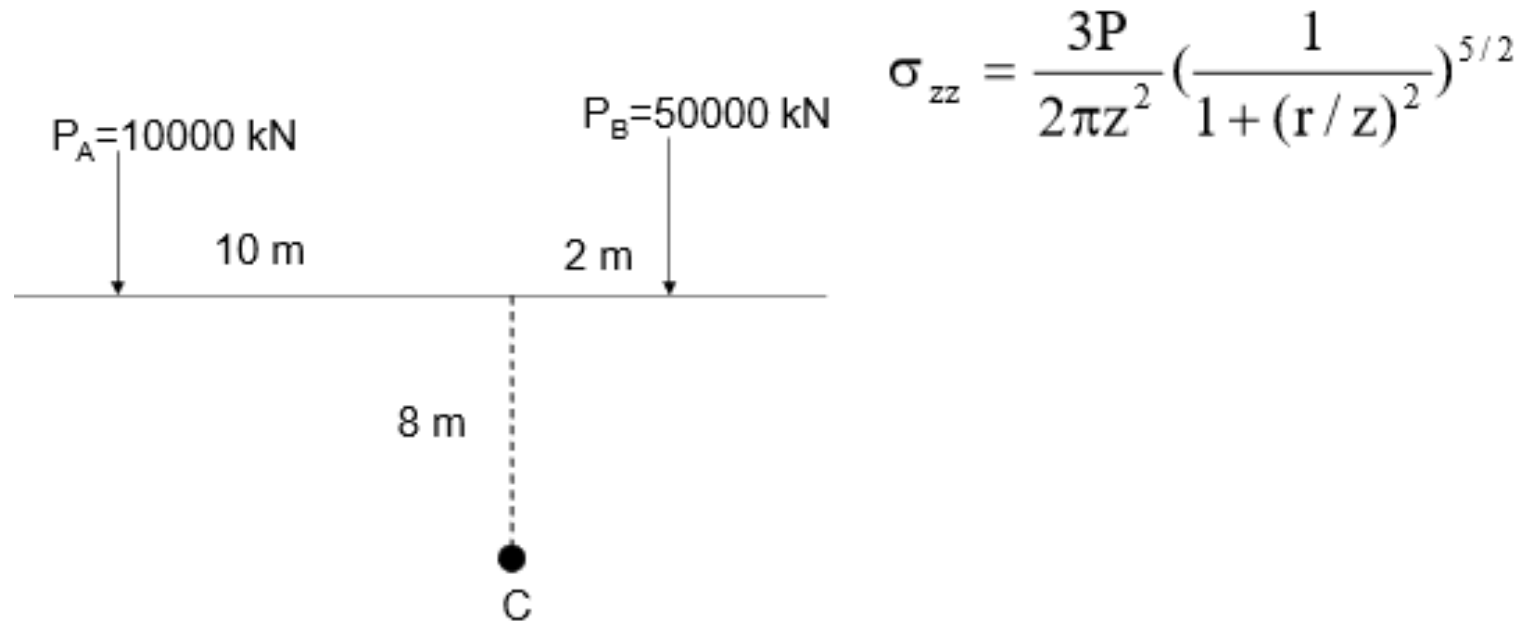
$$\sigma_z = \frac{Q}{z^2} * I$$

Boussinesq nokta yük için düşey gerilmeleri veren I tesir faktörü tablosu

r/z	I	r/z	I	r/z	I	r/z	I	r/z	I	r/z	I
0.00	0.4775	0.50	0.2733	1.00	0.0844	1.50	0.0251	2.00	0.0085	2.50	0.0034
0.01	0.4773	0.51	0.2679	1.01	0.0823	1.51	0.0245	2.01	0.0084	2.51	0.0033
0.02	0.4770	0.52	0.2625	1.02	0.0803	1.52	0.0240	2.02	0.0082	2.52	0.0033
0.03	0.4764	0.53	0.2571	1.03	0.0783	1.53	0.0234	2.03	0.0081	2.53	0.0032
0.04	0.4756	0.54	0.2518	1.04	0.0764	1.54	0.0229	2.04	0.0079	2.54	0.0032
0.05	0.4745	0.55	0.2466	1.05	0.0744	1.55	0.0224	2.05	0.0078	2.55	0.0031
0.06	0.4723	0.56	0.2414	1.06	0.0727	1.56	0.0219	2.06	0.0076	2.56	0.0031
0.07	0.4717	0.57	0.2363	1.07	0.0709	1.57	0.0214	2.07	0.0075	2.57	0.0030
0.08	0.4699	0.58	0.2313	1.08	0.0691	1.58	0.0209	2.08	0.0073	2.58	0.0030
0.09	0.4679	0.59	0.2263	1.09	0.0674	1.59	0.0204	2.09	0.0072	2.59	0.0029
0.10	0.4657	0.60	0.2214	1.10	0.0658	1.60	0.0200	2.10	0.0070	2.60	0.0029
0.11	0.4633	0.61	0.2165	1.11	0.0641	1.61	0.0195	2.11	0.0069	2.61	0.0028
0.12	0.4607	0.62	0.2117	1.12	0.0626	1.62	0.0191	2.12	0.0068	2.62	0.0028
0.13	0.4579	0.63	0.2070	1.13	0.0610	1.63	0.0187	2.13	0.0066	2.63	0.0027
0.14	0.4548	0.64	0.2040	1.14	0.0595	1.64	0.0183	2.14	0.0065	2.64	0.0027
0.15	0.4516	0.65	0.1973	1.15	0.0581	1.65	0.0179	2.15	0.0064	2.65	0.0026
0.16	0.4482	0.66	0.1934	1.16	0.0567	1.66	0.0175	2.16	0.0063	2.66	0.0026
0.17	0.4446	0.67	0.1889	1.17	0.0553	1.67	0.0171	2.17	0.0062	2.67	0.0025
0.18	0.4409	0.68	0.1846	1.18	0.0539	1.68	0.0167	2.18	0.0060	2.68	0.0025
0.19	0.4370	0.69	0.1804	1.19	0.0526	1.69	0.0163	2.19	0.0059	2.69	0.0025
0.20	0.4329	0.70	0.1762	1.20	0.0513	1.70	0.0160	2.20	0.0058	2.70	0.0024
0.21	0.4286	0.71	0.1721	1.21	0.0501	1.71	0.0157	2.21	0.0057	-	-
0.22	0.4242	0.72	0.1681	1.22	0.0489	1.72	0.0153	2.22	0.0056	2.72	0.0023
0.23	0.4197	0.73	0.1641	1.23	0.0477	1.73	0.0151	2.23	0.0055	-	-
0.24	0.4151	0.74	0.1603	1.24	0.0466	1.74	0.0147	2.24	0.0054	2.74	0.0022
0.25	0.4103	0.75	0.1565	1.25	0.0454	1.75	0.0144	2.25	0.0053	-	-
0.26	0.4054	0.76	0.1527	1.26	0.0443	1.76	0.0141	2.26	0.0052	2.76	0.0022
0.27	0.4004	0.77	0.1491	1.27	0.0433	1.77	0.0138	2.27	0.0051	-	-
0.28	0.3954	0.78	0.1455	1.28	0.0422	1.78	0.0135	2.28	0.0050	2.78	0.0021
0.29	0.3902	0.79	0.1420	1.29	0.0412	1.79	0.0132	2.29	0.0049	-	-
0.30	0.3849	0.80	0.1386	1.30	0.0303	1.80	0.0129	2.30	0.0048	2.80	0.0021
0.31	0.3796	0.81	0.1353	1.31	0.0393	1.81	0.0126	2.31	0.0047	-	-
0.32	0.3742	0.82	0.1320	1.32	0.0384	1.82	0.0124	2.32	0.0047	2.82	0.0091
0.33	0.3687	0.83	0.1288	1.33	0.0374	1.83	0.0121	2.33	0.0046	-	-
0.34	0.3632	0.84	0.1257	1.34	0.0365	1.84	0.0119	2.34	0.0045	2.91	0.0017
0.35	0.3577	0.85	0.1226	1.35	0.0357	1.85	0.0116	2.35	0.0044	-	-
0.36	0.3521	0.86	0.1196	1.36	0.0348	1.86	0.0114	2.36	0.0043	2.99	0.0015
0.37	0.3465	0.87	0.1166	1.37	0.0340	1.87	0.0112	2.37	0.0043	-	-
0.38	0.3408	0.88	0.1138	1.38	0.0332	1.88	0.0109	2.38	0.0042	3.08	0.0013
0.39	0.3351	0.89	0.1110	1.39	0.0324	1.89	0.0107	2.39	0.0041	-	-
0.40	0.3294	0.90	0.1083	1.40	0.0317	1.90	0.0105	2.40	0.0040	3.19	0.0011
0.41	0.3238	0.91	0.1057	1.41	0.0309	1.91	0.0103	2.41	0.0040	-	-
0.42	0.3181	0.92	0.1031	1.42	0.0302	1.92	0.0101	2.42	0.0039	3.31	0.0009
0.43	0.3124	0.93	0.1005	1.43	0.0295	1.93	0.0099	2.43	0.0038	-	-
0.44	0.3068	0.94	0.0981	1.44	0.0288	1.94	0.0097	2.44	0.0038	3.50	0.0007
0.45	0.3011	0.95	0.0956	1.45	0.0282	1.95	0.0095	2.45	0.0037	-	-
0.46	0.2955	0.96	0.0933	1.46	0.0275	1.96	0.0093	2.46	0.0036	3.75	0.0005
0.47	0.2899	0.97	0.0910	1.47	0.0269	1.97	0.0091	2.47	0.0036	4.13	0.0003
0.48	0.2843	0.98	0.0887	1.48	0.0263	1.98	0.0089	2.48	0.0035	4.91	0.0001
0.49	0.2788	0.99	0.0865	1.49	0.0257	1.99	0.0087	2.49	0.0034	5.15	0.0001

YÜZEY GERİLMELERİNİN YOL AÇTIĞI DÜŞEY GERİLMELER

Noktasal Yük



$$\sigma_{zz} = \frac{3P}{2\pi z^2} \left(\frac{1}{1 + (r/z)^2} \right)^{5/2}$$

$$\sigma_{zz} = \frac{3 \times 10000}{2\pi 8^2} \left(\frac{1}{1 + (10/8)^2} \right)^{5/2} = 74.6 \times 0.095 = 7.1 \text{ kN/m}^2$$

$$\sigma_{zz} = \frac{3 \times 50000}{2\pi 8^2} \left(\frac{1}{1 + (2/8)^2} \right)^{5/2} = 373.2 \times 0.859 = 320.7 \text{ kN/m}^2$$

$$7.1 + 320.7 = 327.8 \text{ kN/m}^2$$

YÜZEY GERİLMELERİNİN YOL AÇTIĞI DÜŞEY GERİLMELER

Yapılardan zemine aktarılan yükler genellikle temeller vasıtası ile aktarıldığı için, nokta yük için elde edilen gerilme dağılımları birçok inşaat mühendisliği probleminde gerçekçi olmamaktadır.

Fakat, nokta yük çözümlerinin integrali alınarak yayılı yüklerin zeminlerde yol açacağı gerilme dağılımlarını bulmak mümkün olmaktadır.

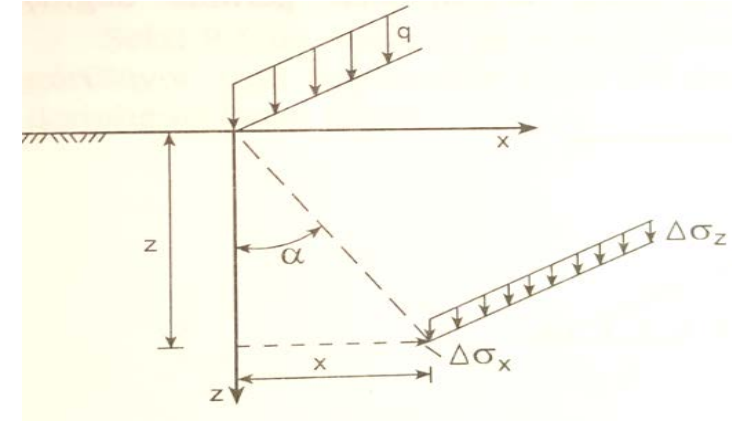
Bu yöntemle, biçimi geometrik olarak tanımlanabilen (dairesel, dikdörtgen, vb.) yayılı yükler için elde edilmiş hazır çözümler mevcuttur.

YÜZEY GERİLMELERİNİN YOL AÇTIĞI DÜŞEY GERİLMELER

Uniform Düşey Çizgisel Yük (Sonsuz Uzunlukta)

q (kuvvet/uzunluk) cinsinden tariflenen çizgi yükün eksenden x uzaklığında ve z derinliğinde oluşturacağı gerilmeler aşağıdaki bağıntılarla tanımlanır. **Uzun bir duvar bu yüke örnek oluşturur.**

$$\sigma_z = \frac{2qz^3}{\pi(x^2 + z^2)^2} = \frac{2q}{\pi z} \left[\frac{1}{1 + \left(\frac{x}{z}\right)^2} \right]^2 = \frac{q}{z} I$$



$$\sigma_x = \frac{2qx^2}{\pi(x^2 + z^2)^2}$$

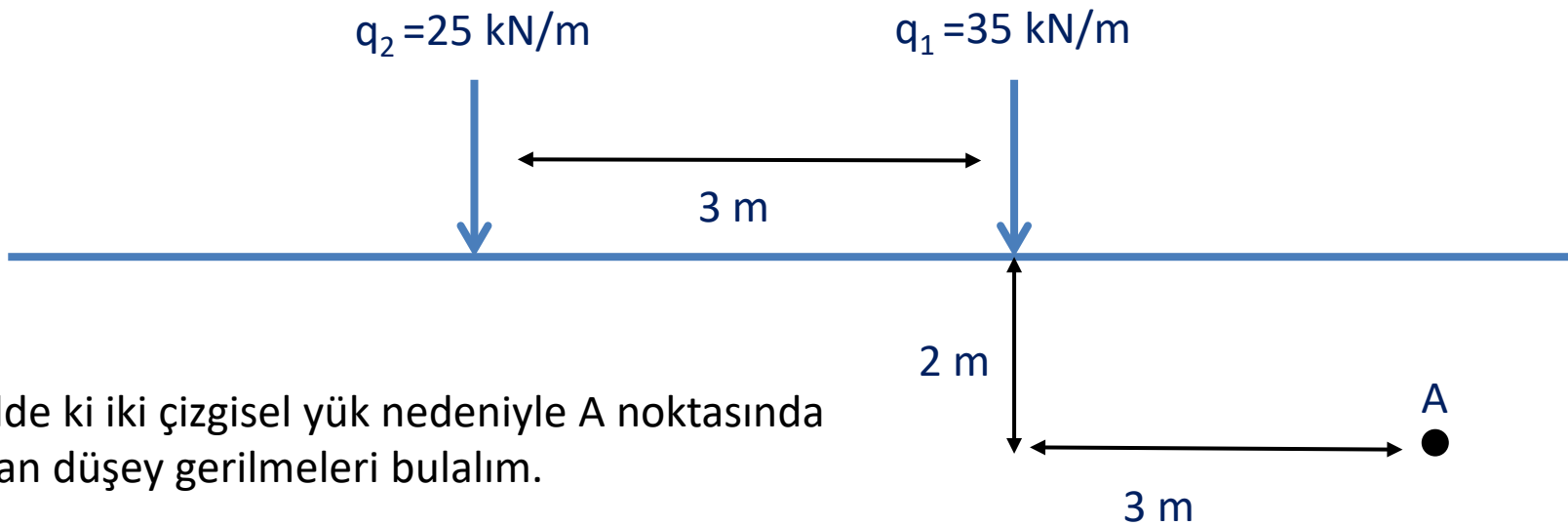
$$\tau_{zx} = \frac{2qx^2z}{\pi(x^2 + z^2)^2}$$

$$\sigma_z = \frac{q}{z} * I$$

x/z	I_L	x/z	I_L	x/z	I_L	x/z	I_L	x/z	I_L	x/z	I_L
0.00	0.637	0.40	0.473	0.75	0.261	1.20	0.117	1.90	0.030	2.6	0.011
0.05	0.633	0.45	0.440	0.80	0.237	1.30	0.088	2.0	0.025	2.7	0.009
0.10	0.624	0.50	0.407	0.85	0.216	1.40	0.073	2.1	0.022	2.8	0.008
0.15	0.609	0.55	0.375	0.90	0.194	1.50	0.060	2.2	0.019	3.0	0.006
0.20	0.589	0.60	0.344	0.95	0.176	1.60	0.050	2.3	0.016	4.0	0.002
0.25	0.564	0.65	0.315	1.0	0.159	1.70	0.042	2.4	0.014	5.0	0.001
0.30	0.536	0.70	0.286	1.10	0.130	1.80	0.035	2.5	0.012	6.0	0.000

YÜZEY GERİLMELERİNİN YOL AÇTIĞI DÜŞEY GERİLMELER

Uniform Düşey Çizgisel Yük (Sonsuz Uzunlukta)



Şekilde ki iki çizgisel yük nedeniyle A noktasında oluşan düşey gerilmeleri bulalım.

q_1 nedeniyle oluşan düşey gerilme artışı

$$x = 3m, z = 2m \gg \frac{x}{z} = 1.5 \gg \sigma_{z1} q/z = 0.060 \text{ tablo}$$

$$\sigma_z = I * \frac{q}{z} \gg 0.060 * \frac{35}{2} = 1.05 \text{ kN/m}^2$$

q_2 nedeniyle oluşan düşey gerilme artışı

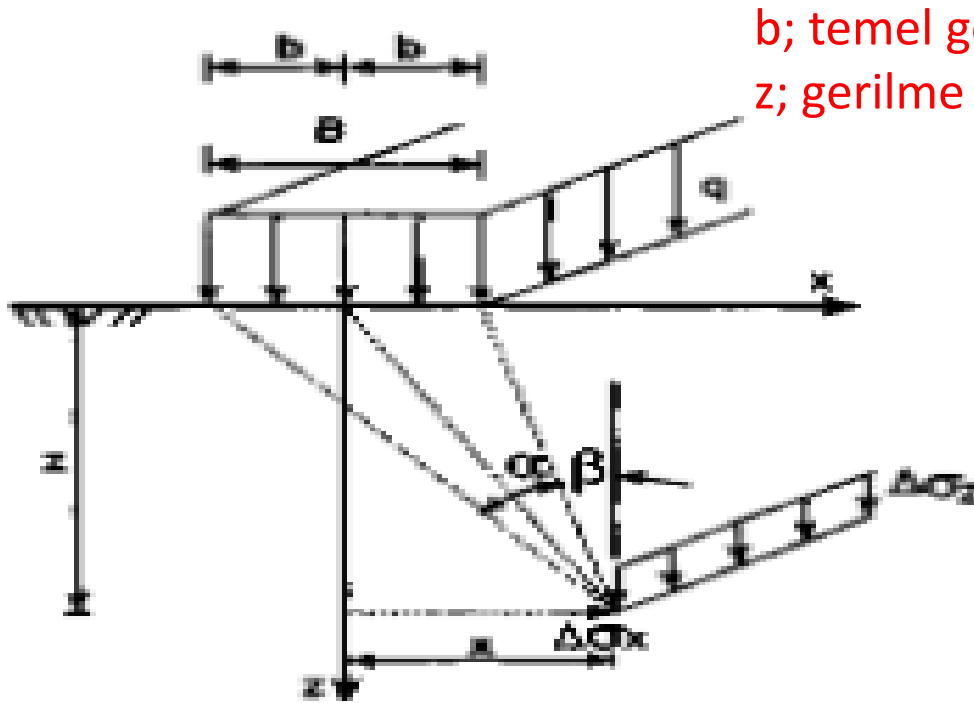
$$x = 6m, z = 2m \gg \frac{x}{z} = 3 \gg \sigma_{z1} q/z = 0.006 \text{ tablo}$$

$$\sigma_z = I * \frac{q}{z} \gg 0.006 * \frac{25}{2} = 0.075 \text{ kN/m}^2$$

Toplam Gerilme Artışı
 1.125 kN/m^2

YÜZEY GERİLMELERİNİN YOL AÇTIĞI DÜŞEY GERİLMELER

Uniform Şerit Yük



b ; temel genişliğinin yarısı

z ; gerilme artışının hesaplanacağı derinlik

$$\sigma_z = \frac{q}{\pi} (\alpha + \sin\alpha \cos(\alpha + 2\beta))$$

yada

$$\sigma_z = I * q$$

$$\sigma_x = \frac{q}{\pi} (\alpha + \sin\alpha * \cos(\alpha + 2\beta)) \text{ yatay gerilme eşitliği}$$

İlk parantezden hemen sonraki α radyan cinsindendir.

YÜZEY GERİLMELERİNİN YOL AÇTIĞI DÜŞEY GERİLMELER

Uniform Şerit Yük

b; temel genişliğinin yarısı

z; gerilme artışının hesaplanacağı derinlik

z/b	x/b												
	0	0.2	0.4	0.6	0.8	0.9	1.0	1.25	1.50	2.0	3.0	5.0	10.0
0.0	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	0.500	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
0.2	0.997	0.996	0.992	0.979	0.909	0.775	0.500	0.059	0.011	0.002	0.000	0.000	0.000
0.4	0.977	0.973	0.955	0.906	0.773	0.651	0.498	0.178	0.059	0.011	0.001	0.000	0.000
0.6	0.937	0.928	0.896	0.825	0.691	0.598	0.495	0.258	0.120	0.030	0.004	0.000	0.000
0.8	0.881	0.869	0.829	0.755	0.638	0.566	0.489	0.305	0.173	0.056	0.010	0.001	0.000
1.0	0.818	0.805	0.766	0.696	0.598	0.540	0.480	0.332	0.214	0.084	0.017	0.002	0.000
1.2	0.755	0.743	0.707	0.646	0.564	0.517	0.468	0.347	0.243	0.111	0.026	0.004	0.000
1.4	0.696	0.685	0.653	0.602	0.534	0.495	0.455	0.354	0.263	0.135	0.037	0.005	0.000
1.6	0.642	0.633	0.605	0.562	0.566	0.474	0.440	0.356	0.276	0.155	0.048	0.008	0.000
1.8	0.593	0.585	0.563	0.526	0.497	0.453	0.425	0.353	0.284	0.172	0.060	0.010	0.000
2.0	0.550	0.543	0.524	0.494	0.455	0.433	0.409	0.348	0.288	0.185	0.071	0.013	0.001
2.5	0.462	0.458	0.445	0.426	0.400	0.386	0.370	0.328	0.285	0.205	0.095	0.022	0.002
3.0	0.396	0.393	0.385	0.372	0.355	0.345	0.334	0.305	0.274	0.211	0.114	0.032	0.003
3.5	0.345	0.343	0.338	0.329	0.317	0.310	0.302	0.281	0.258	0.210	0.127	0.042	0.004
4.0	0.306	0.304	0.301	0.294	0.285	0.280	0.275	0.259	0.242	0.205	0.134	0.051	0.006
5.0	0.248	0.247	0.245	0.242	0.237	0.234	0.231	0.222	0.212	0.188	0.139	0.065	0.010
6.0	0.208	0.208	0.207	0.205	0.202	0.200	0.198	0.192	0.186	0.171	0.136	0.075	0.015
8.0	0.158	0.157	0.157	0.156	0.155	0.154	0.153	0.150	0.147	0.140	0.122	0.083	0.025
10	0.126	0.126	0.126	0.126	0.125	0.125	0.124	0.123	0.121	0.117	0.107	0.082	0.032
15	0.085	0.085	0.085	0.084	0.084	0.084	0.084	0.083	0.083	0.087	0.078	0.069	0.041
20	0.064	0.064	0.064	0.063	0.063	0.063	0.063	0.063	0.063	0.062	0.061	0.056	0.041
50	0.025												
100	0.013												

Uniform şerit yükten oluşan düşey gerilmeler için I tesir faktörleri

YÜZEY GERİLMELERİNİN YOL AÇTIĞI DÜŞEY GERİLMELER

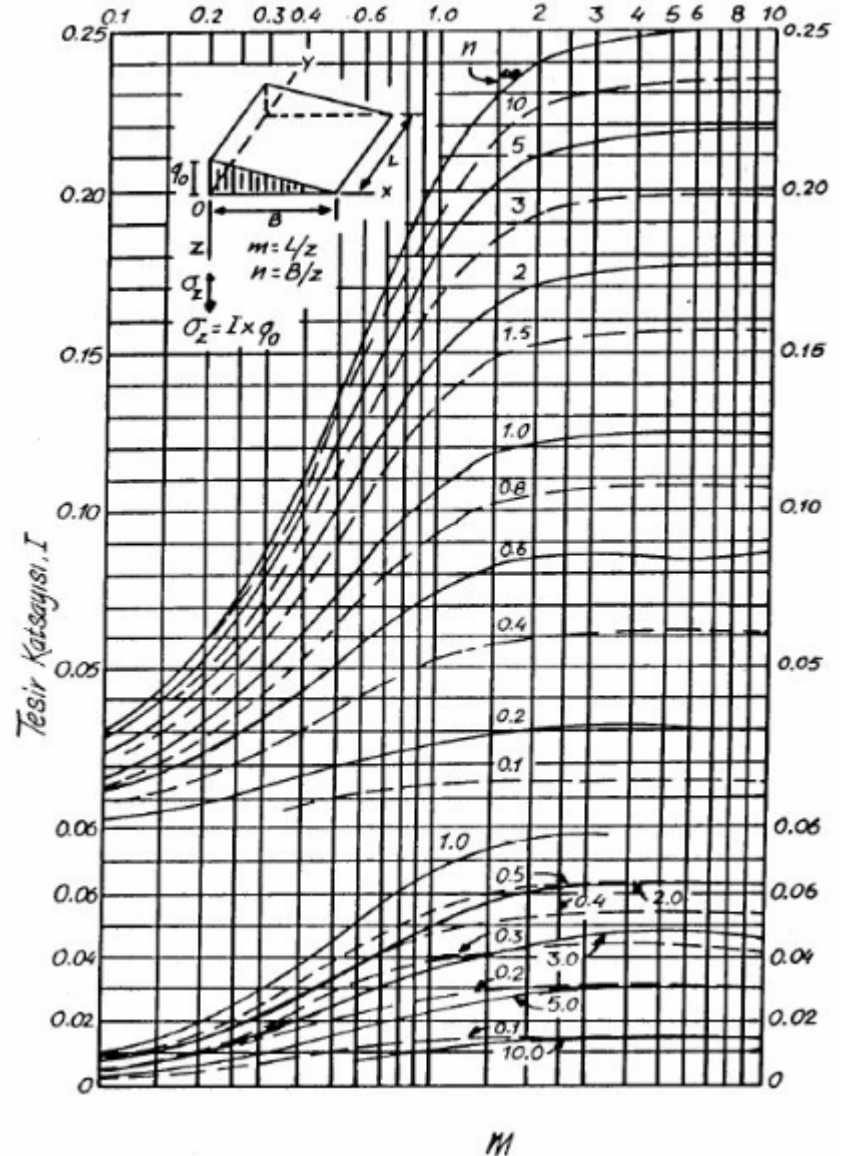
Üçgen Şerit Yük

Üçgen Bir Yükleme Altındaki Düşey Gerilmeleri Veren Tesir Katsayıları

$$\sigma_z = \frac{q}{\pi} \left(\frac{x}{B} * \alpha - \frac{1}{2} \sin 2\beta \right)$$

α radyan cinsindendir.

$$\sigma_z = I * q$$



YÜZEY GERİLMELERİNİN YOL AÇTIĞI DÜŞEY GERİLMELER

Üçgen Şerit Yük

$$\sigma_z = I * q$$

z/B	x/B													
	-2.0	-1.5	-1.0	-0.5	0.0	0.2	0.4	0.6	0.8	0.9	1.0	1.25	1.5	2.0
0	0.000	0.000	0.000	0.00	0.000	0.200	0.400	0.600	0.800	0.900	0.500	0.000	0.000	0.000
0.2	0.000	0.000	0.000	0.002	0.061	0.209	0.395	0.577	0.697	0.648	0.437	0.050	0.009	0.001
0.4	0.00	0.001	0.003	0.013	0.110	0.227	0.372	0.497	0.527	0.475	0.379	0.136	0.042	0.007
0.6	0.001	0.003	0.008	0.031	0.140	0.232	0.334	0.409	0.414	0.380	0.328	0.177	0.080	0.018
0.8	0.003	0.006	0.016	0.0149	0.155	0.225	0.294	0.339	0.337	0.317	0.285	0.187	0.106	0.032
1.0	0.005	0.011	0.025	0.064	0.159	0.211	0.258	0.286	0.283	0.270	0.250	0.184	0.121	0.046
1.2	0.008	0.016	0.034	0.075	0.157	0.195	0.227	0.245	0.243	0.235	0.221	0.175	0.126	0.057
1.4	0.011	0.021	0.041	0.083	0.151	0.179	0.202	0.215	0.213	0.207	0.197	0.165	0.127	0.066
1.6	0.015	0.026	0.048	0.087	0.143	0.165	0.182	0.190	0.189	0.184	0.178	0.154	0.124	0.072
1.8	0.018	0.031	0.053	0.089	0.135	0.152	0.164	0.171	0.170	0.166	0.161	0.143	0.120	0.076
2.0	0.021	0.035	0.057	0.089	0.127	0.140	0.150	0.155	0.154	0.151	0.148		0.115	0.078
2.5	0.028	0.042	0.062	0.086	0.110	0.117	0.122	0.125	0.124	0.123	0.121	0.134	0.103	0.078
3.0	0.033	0.046	0.062	0.080	0.095	0.100	0.103	0.105	0.104	0.104	0.102	0.113	0.091	0.074
3.5	0.037	0.048	0.060	0.0073	0.084	0.087	0.089	0.090	0.090	0.089	0.089	0.098	0.081	0.069
4.0	0.038	0.048	0.058	0.067	0.075	0.077	0.078	0.079	0.079	0.079	0.078	0.085	0.073	0.064
5.0	0.039	0.045	0.051	0.0057	0.061	0.062	0.063	0.063	0.063	0.063	0.063	0.062	0.060	0.055
6.0	0.037	0.041	0.046	0.049	0.052	0.052	0.053	0.053	0.053	0.053	0.053	0.052	0.051	0.048
8.0	0.032	0.035	0.037	0.038	0.039	0.039	0.040	0.040	0.040	0.040	0.040	0.039	0.039	0.038
10.0	0.028	0.029	0.030	0.031	0.032	0.032	0.032	0.032	0.032	0.032	0.032	0.032	0.031	0.031
15.0	0.020	0.020	0.021	→										0.021
20.0	0.015	0.016	0.016	→										0.016
50.0	0.006	→												0.006

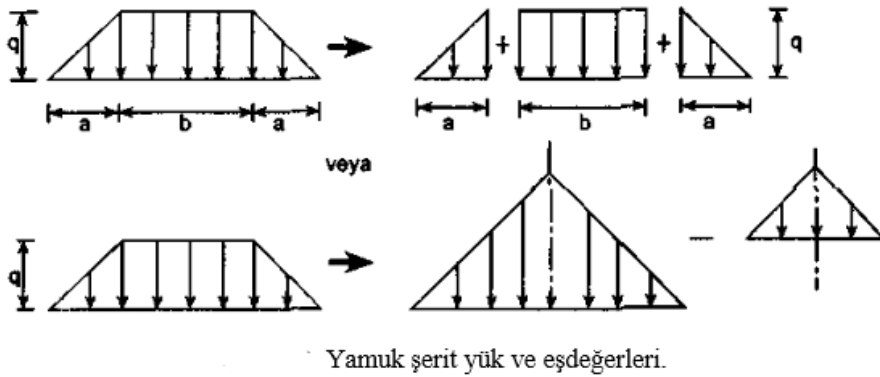
Üçgen şerit yük için I tesir faktörleri

YÜZEY GERİLMELERİNİN YOL AÇTIĞI DÜŞEY GERİLMELER

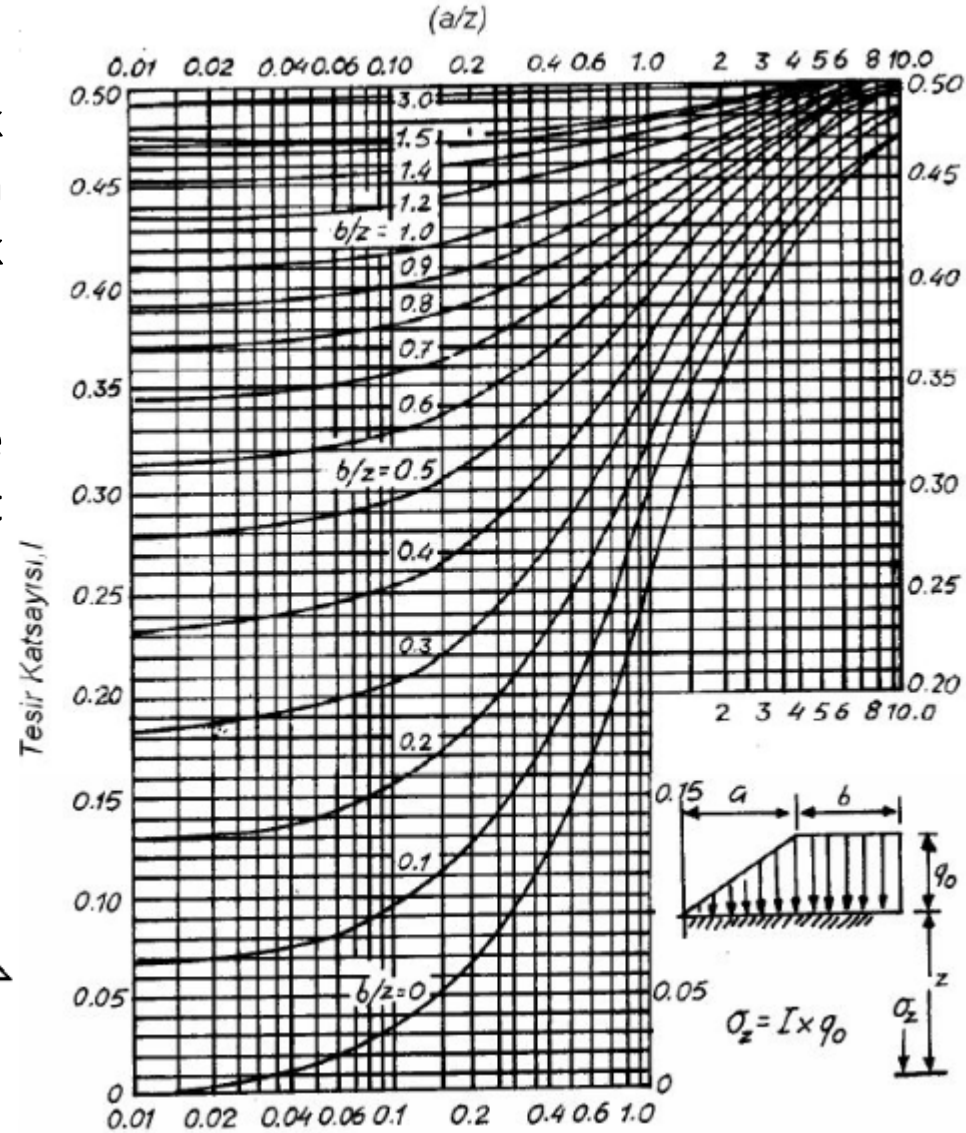
Yamuk Şerit Yük

Yamuk şerit yük, uzun ve en kesit yamuk biçimli olan bir yük türüdür. Pratikte uzun şevli dolgular bu tür yük olarak düşünülmektedir.

Yamuk şerit yükten oluşan gerilme artışları; iki üçgen ve bir üniform şerit yükün toplamı, veya iki üçgen şerit yükün farkı olarak hesaplanabilir

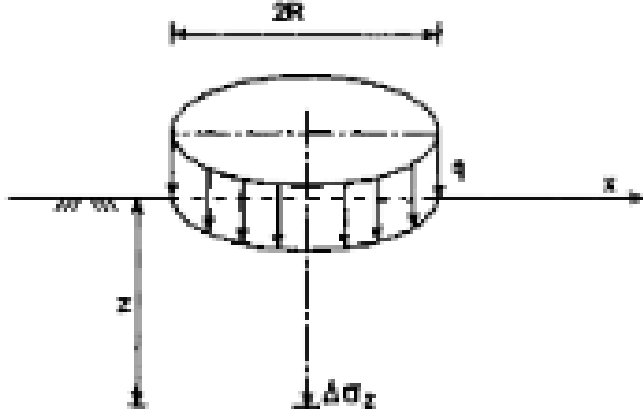


$$\sigma_z = I * q$$



YÜZEY GERİLMELERİNİN YOL AÇTIĞI DÜŞEY GERİLMELER

Uniform Yüklü Daire Alan



R ; dairesel temelin yarıçapı
 r ; gerilme artışının hesaplanacağı
 noktanın daire merkezine olan
 yatay mesafesi
 z ; gerilme artışının hesaplanacağı
 derinlik

$$\sigma_z = \left[\left[\frac{1}{1 + \frac{R^2}{z^2}} \right]^{\frac{3}{2}} \right] * q$$

$$\sigma_z = I * q$$

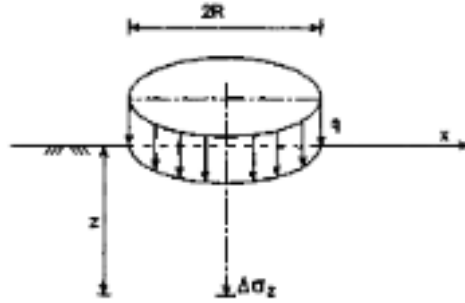
Üniform yüklü dairesel temellerden a uzaklık altındaki düşey gerilme tesir faktörleri (I) (Tablo 3)

		a/r																	
		0,25	0,50	0,75	1,00	1,25	1,50	2,00	2,50	3,00	3,50	4,00	4,50	5,00	6,00	7,00	8,00	9,00	10,00
z/r	0,25	0,9824	0,9657	0,8825	0,4519	0,0723	0,0141	0,0016	0,0004	0,0001	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
	0,50	0,8961	0,8393	0,6913	0,4157	0,1683	0,0601	0,0104	0,0028	0,0010	0,0004	0,0002	0,0001	0,0001	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
	0,75	0,7625	0,6912	0,5569	0,3737	0,2063	0,1019	0,0255	0,0080	0,0030	0,0014	0,0007	0,0004	0,0002	0,0001	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
	1,00	0,6254	0,5620	0,4584	0,3318	0,2134	0,1264	0,0417	0,0151	0,0062	0,0029	0,0015	0,0008	0,0005	0,0002	0,0001	0,0000	0,0000	0,0000
	1,25	0,5068	0,4575	0,3816	0,2922	0,2062	0,1367	0,0553	0,0228	0,0102	0,0050	0,0027	0,0015	0,0009	0,0004	0,0002	0,0001	0,0000	0,0000
	1,50	0,4112	0,3749	0,3202	0,2560	0,1925	0,1378	0,0649	0,0301	0,0145	0,0075	0,0041	0,0024	0,0014	0,0006	0,0003	0,0001	0,0001	0,0000
	1,75	0,3362	0,3099	0,2706	0,2239	0,1765	0,1335	0,0707	0,0361	0,0187	0,0101	0,0058	0,0034	0,0021	0,0009	0,0004	0,0002	0,0001	0,0001
	2,00	0,2777	0,2588	0,2302	0,1959	0,1601	0,1264	0,0733	0,0406	0,0225	0,0128	0,0075	0,0046	0,0029	0,0013	0,0006	0,0003	0,0002	0,0001
	2,25	0,2320	0,2182	0,1972	0,1717	0,1444	0,1179	0,0735	0,0436	0,0256	0,0152	0,0092	0,0058	0,0037	0,0017	0,0008	0,0004	0,0003	0,0002
	2,50	0,1960	0,1858	0,1702	0,1509	0,1299	0,1090	0,0721	0,0454	0,0280	0,0174	0,0109	0,0070	0,0046	0,0021	0,0011	0,0006	0,0003	0,0002
	2,75	0,1673	0,1597	0,1479	0,1332	0,1169	0,1002	0,0697	0,0461	0,0298	0,0192	0,0124	0,0082	0,0055	0,0026	0,0014	0,0007	0,0004	0,0003
	3,00	0,1441	0,1384	0,1294	0,1180	0,1052	0,0919	0,0666	0,0460	0,0309	0,0206	0,0138	0,0093	0,0064	0,0031	0,0016	0,0009	0,0005	0,0003
	3,25	0,1253	0,1209	0,1139	0,1051	0,0949	0,0842	0,0632	0,0452	0,0315	0,0217	0,0149	0,0103	0,0072	0,0036	0,0020	0,0011	0,0007	0,0004
	3,50	0,1098	0,1064	0,1009	0,0939	0,0858	0,0771	0,0596	0,0441	0,0317	0,0224	0,0158	0,0112	0,0079	0,0041	0,0023	0,0013	0,0008	0,0005
	3,75	0,0969	0,0942	0,0899	0,0843	0,0778	0,0706	0,0560	0,0426	0,0315	0,0229	0,0165	0,0119	0,0086	0,0046	0,0026	0,0015	0,0009	0,0006
	4,00	0,0861	0,0840	0,0805	0,0760	0,0707	0,0648	0,0526	0,0410	0,0311	0,0231	0,0170	0,0125	0,0092	0,0051	0,0029	0,0017	0,0011	0,0007
4,25	0,0770	0,0753	0,0725	0,0688	0,0644	0,0596	0,0493	0,0392	0,0304	0,0231	0,0174	0,0130	0,0097	0,0055	0,0032	0,0019	0,0012	0,0008	
4,50	0,0692	0,0678	0,0655	0,0625	0,0589	0,0549	0,0461	0,0374	0,0296	0,0229	0,0176	0,0134	0,0102	0,0059	0,0035	0,0021	0,0014	0,0009	
4,75	0,0626	0,0614	0,0595	0,0570	0,0540	0,0506	0,0432	0,0357	0,0287	0,0226	0,0176	0,0136	0,0105	0,0063	0,0038	0,0024	0,0015	0,0010	

		r/R									
z/R		0	0.25	0.50	1.0	1.5	2.0	2.5	3.0	3.5	4.0
0.25		0.986	0.983	0.964	0.460	0.015	0.002	0.000	0.000	0.000	0.000
0.50		0.911	0.895	0.840	0.418	0.060	0.010	0.003	0.000	0.000	0.000
0.75		0.784	0.762	0.691	0.374	0.105	0.025	0.010	0.002	0.000	0.000
1.00		0.646	0.625	0.560	0.335	0.125	0.043	0.016	0.007	0.003	0.000
1.25		0.524	0.508	0.455	0.295	0.135	0.057	0.023	0.010	0.005	0.001
1.50		0.424	0.413	0.374	0.256	0.137	0.064	0.029	0.013	0.007	0.002
1.75		0.346	0.336	0.309	0.223	0.135	0.071	0.037	0.018	0.009	0.004
2.00		0.284	0.277	0.258	0.194	0.127	0.073	0.041	0.022	0.012	0.006
2.50		0.200	0.196	0.186	0.150	0.109	0.073	0.044	0.028	0.017	0.011
3.00		0.146	0.143	0.137	0.117	0.091	0.066	0.045	0.031	0.022	0.015
4.00		0.087	0.086	0.083	0.076	0.061	0.052	0.041	0.031	0.024	0.018
5.00		0.057	0.057	0.056	0.052	0.045	0.039	0.033	0.027	0.022	0.018
7.00		0.030	0.030	0.029	0.028	0.026	0.024	0.021	0.019	0.016	0.015
10.00		0.015	0.015	0.014	0.014	0.013	0.013	0.013	0.012	0.012	0.011

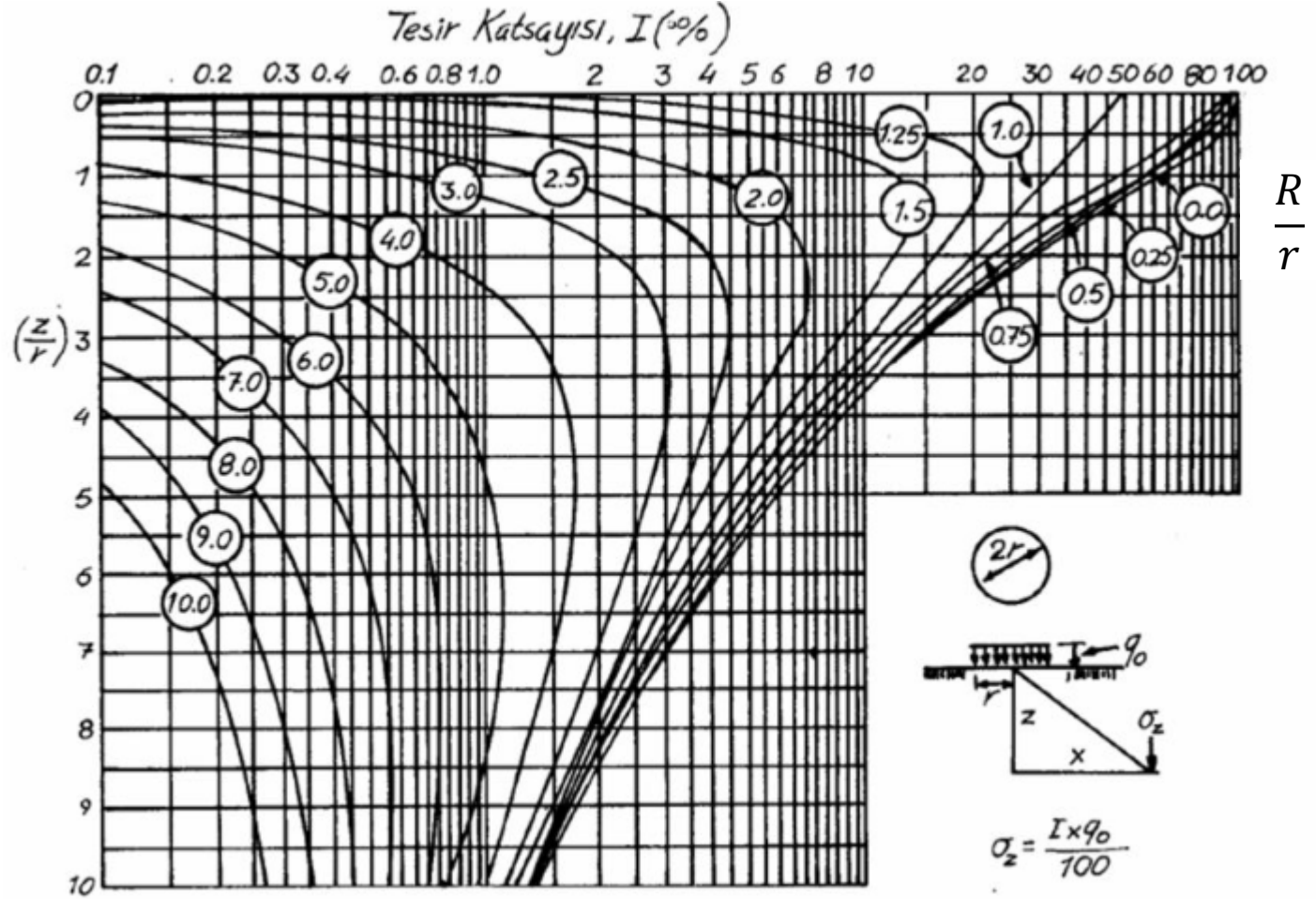
YÜZEY GERİLMELERİNİN YOL AÇTIĞI DÜŞEY GERİLMELER

Uniform Yüklü Daire Alan



$$\sigma_z = \left[\left[\frac{1}{1 + \frac{R^2}{z^2}} \right]^{\frac{3}{2}} \right] * q$$

$$\sigma_z = I * q$$

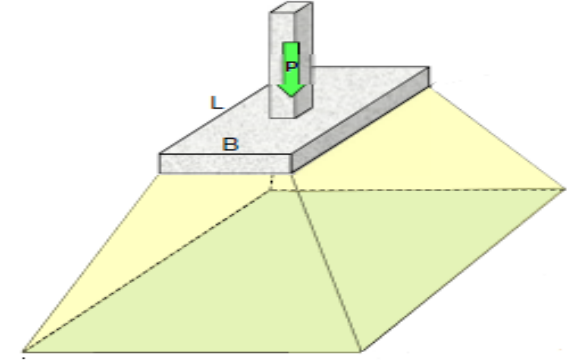
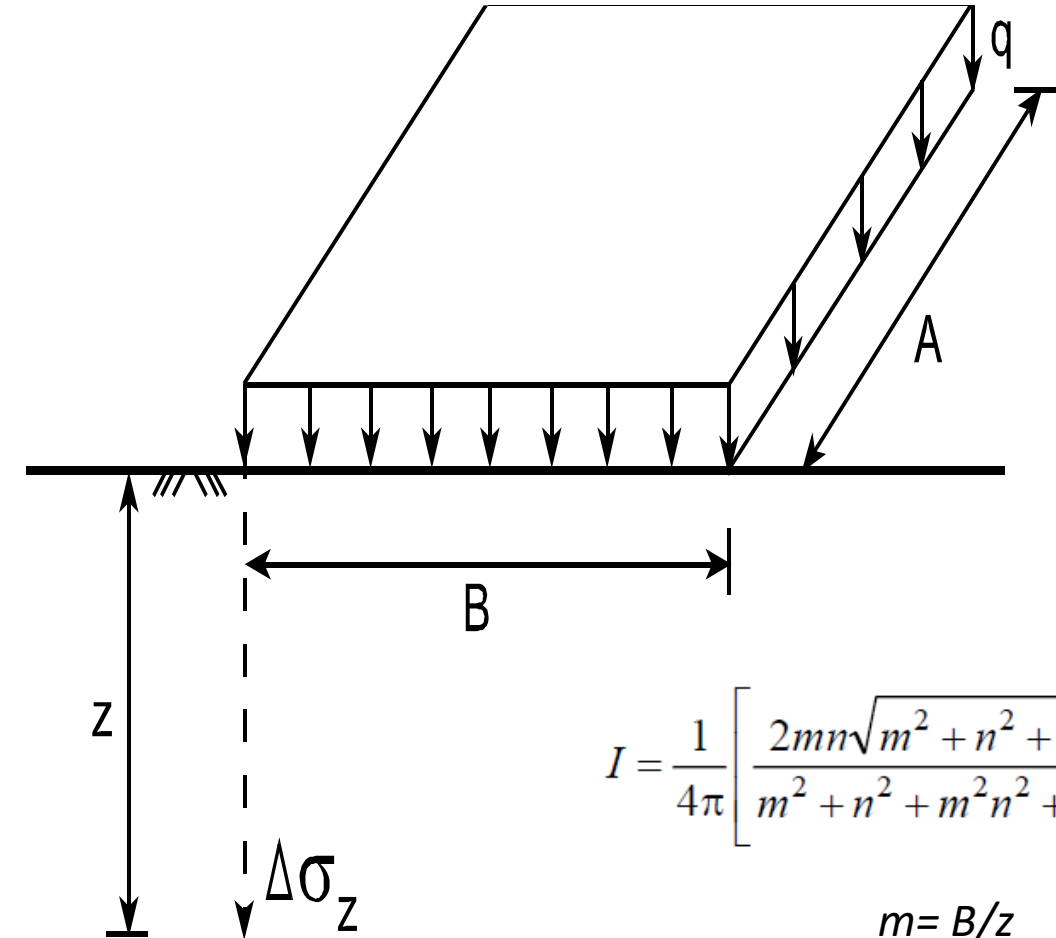


Üniform Yüklü Dairesel Alan Altındaki Düşey Gerilmeleri Veren Tesir Katsayıları tablo yada grafikten bulunabilir. **R** yarıçap, **r** uzaklık, **z** derinlik

YÜZEY GERİLMELERİNİN YOL AÇTIĞI DÜŞEY GERİLMELER

Uniform Yüklü Dikdörtgen Alan

I tesir faktörü olup, m ve n değerine göre tablolaştırılmıştır. Ünifom yüklü herhangi bir şekilli alanın içinde veya dışındaki herhangi bir noktadaki gerilme grafik **Newmark 1942 etki diyagramı** kullanılarak hesaplanabilmektedir.



$$\Delta\sigma_z = qI$$

$$I = \frac{1}{4\pi} \left[\frac{2mn\sqrt{m^2 + n^2 + 1}}{m^2 + n^2 + m^2n^2 + 1} \left(\frac{m^2 + n^2 + 2}{m^2 + n^2 + 1} \right) + \tan^{-1} \left(\frac{2mn\sqrt{m^2 + n^2 + 1}}{m^2 + n^2 - m^2n^2 + 1} \right) \right]$$

$$m = B/z$$

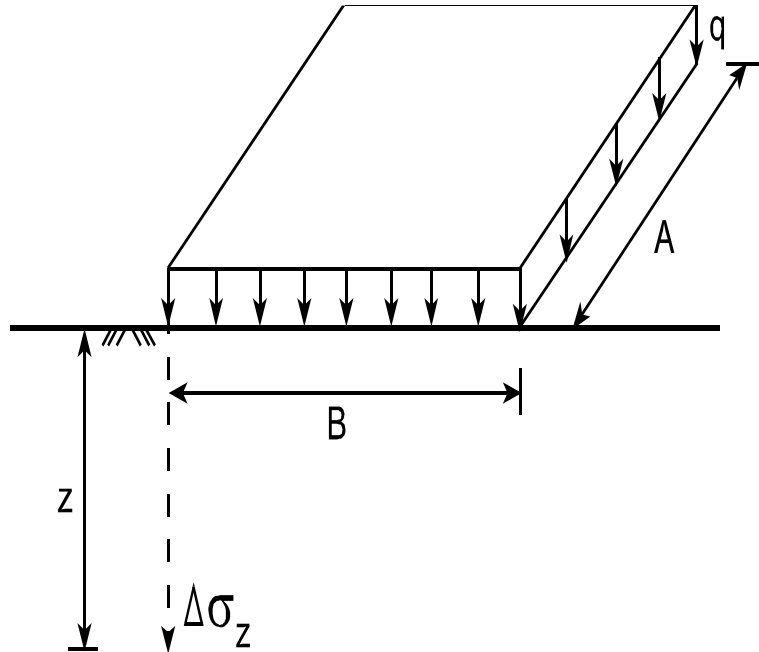
$$n = A/z \quad L/z$$

YÜZEY GERİLMELERİNİN YOL AÇTIĞI DÜŞEY GERİLMELER

Uniform Yüklü Dikdörtgen Alan

Üniform yüklü dikdörtgen alanlar için I etki faktörleri

$m=B/z$
 $n=A/z$ yada L/z



m=B/z	n=L/z									
	0.1	0.2	0.3	0.4	0.5	0.6	0.7	0.8	0.9	1.0
0.1	0.0047	0.0092	0.0132	0.0168	0.0198	0.0222	0.0242	0.0258	0.0270	0.0279
0.2	0.0092	0.0179	0.0259	0.0328	0.0387	0.0435	0.0474	0.0504	0.0528	0.0547
0.3	0.0132	0.0259	0.0374	0.0474	0.0559	0.0629	0.0686	0.0731	0.0766	0.0794
0.4	0.0168	0.0328	0.0474	0.0602	0.0711	0.0801	0.0873	0.0931	0.0977	0.1013
0.5	0.0198	0.0387	0.0559	0.0711	0.0840	0.0947	0.1034	0.1104	0.1158	0.1202
0.6	0.0222	0.0435	0.0629	0.0801	0.0947	0.1069	0.1168	0.1247	0.1311	0.1361
0.7	0.0242	0.0474	0.0686	0.0873	0.1034	0.1168	0.1277	0.1365	0.1436	0.1491
0.8	0.0258	0.0504	0.0731	0.0931	0.1104	0.1247	0.1365	0.1461	0.1537	0.1598
0.9	0.0270	0.0528	0.0766	0.0977	0.1158	0.1311	0.1436	0.1537	0.1619	0.1684
1.0	0.0279	0.0547	0.0794	0.1013	0.1202	0.1361	0.1491	0.1598	0.1684	0.1752
1.2	0.0293	0.0573	0.0832	0.1063	0.1263	0.1431	0.1570	0.1684	0.1777	0.1851
1.4	0.0301	0.0589	0.0856	0.1094	0.1300	0.1475	0.1620	0.1739	0.1836	0.1914
1.6	0.0306	0.0599	0.0871	0.1114	0.1324	0.1503	0.1652	0.1774	0.1874	0.1955
1.8	0.0309	0.0606	0.0880	0.1126	0.1340	0.1521	0.1672	0.1797	0.1899	0.1981
2.0	0.0311	0.0610	0.0887	0.1134	0.1350	0.1533	0.1686	0.1812	0.1915	0.1999
2.5	0.0314	0.0616	0.0895	0.1145	0.1363	0.1548	0.1704	0.1832	0.1938	0.2024
3.0	0.0315	0.0618	0.0898	0.1150	0.1368	0.1555	0.1711	0.1841	0.1947	0.2034
5.0	0.0316	0.0620	0.0901	0.1154	0.1374	0.1561	0.1719	0.1849	0.1956	0.2044
10.0	0.0316	0.0620	0.0902	0.1154	0.1375	0.1562	0.1720	0.1850	0.1958	0.2046
∞	0.0316	0.0620	0.0902	0.1154	0.1375	0.1562	0.1720	0.1850	0.1958	0.2046

m	n									
	1.2	1.4	1.6	1.8	2.0	2.5	3.0	5.0	10.0	∞
0.1	0.0293	0.0301	0.0306	0.0309	0.0311	0.0314	0.0315	0.0316	0.0316	0.0316
0.2	0.0573	0.0589	0.0599	0.0606	0.0610	0.0616	0.0618	0.0620	0.0620	0.0620
0.3	0.0832	0.0856	0.0871	0.0880	0.0887	0.0895	0.0898	0.0901	0.0902	0.0902
0.4	0.1063	0.1094	0.1114	0.1126	0.1134	0.1145	0.1150	0.1154	0.1154	0.1154
0.5	0.1263	0.1300	0.1324	0.1340	0.1350	0.1363	0.1368	0.1374	0.1375	0.1375
0.6	0.1431	0.1475	0.1503	0.1521	0.1533	0.1548	0.1555	0.1561	0.1562	0.1562
0.7	0.1570	0.1620	0.1652	0.1672	0.1686	0.1704	0.1711	0.1719	0.1720	0.1720
0.8	0.1684	0.1739	0.1774	0.1797	0.1812	0.1832	0.1841	0.1849	0.1850	0.1850
0.9	0.1777	0.1836	0.1874	0.1898	0.1915	0.1930	0.1947	0.1956	0.1958	0.1958
1.0	0.1851	0.1914	0.1955	0.1981	0.1999	0.2024	0.2034	0.2044	0.2046	0.2046
1.2	0.1958	0.2028	0.2073	0.2103	0.2124	0.2151	0.2163	0.2175	0.2177	0.2177
1.4	0.2028	0.2102	0.2151	0.2184	0.2206	0.2236	0.2250	0.2263	0.2265	0.2266
1.6	0.2073	0.2151	0.2203	0.2237	0.2261	0.2294	0.2309	0.2324	0.2326	0.2326
1.8	0.2103	0.2184	0.2237	0.2274	0.2299	0.2333	0.2350	0.2366	0.2368	0.2369
2.0	0.2124	0.2206	0.2261	0.2299	0.2325	0.2361	0.2378	0.2395	0.2399	0.2399
2.5	0.2151	0.2236	0.2294	0.2333	0.2361	0.2401	0.2420	0.2439	0.2443	0.2443
3.0	0.2163	0.2250	0.2309	0.2350	0.2378	0.2420	0.2439	0.2461	0.2465	0.2465
5.0	0.2175	0.2263	0.2324	0.2366	0.2395	0.2439	0.2461	0.2486	0.2491	0.2492
10.0	0.2177	0.2265	0.2326	0.2368	0.2399	0.2443	0.2465	0.2491	0.2498	0.2499
∞	0.2177	0.2266	0.2326	0.2369	0.2399	0.2443	0.2465	0.2492	0.2499	0.2500

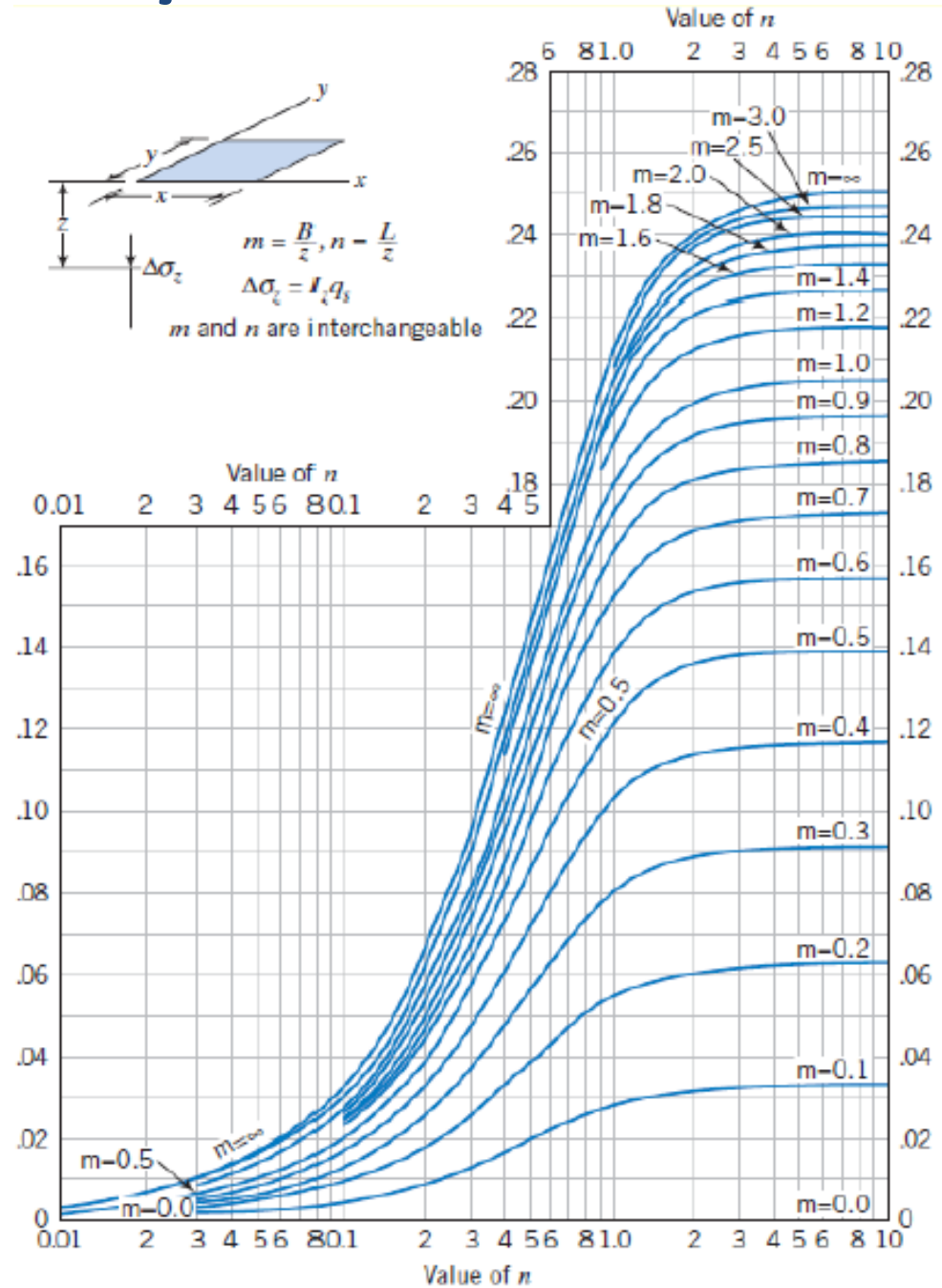
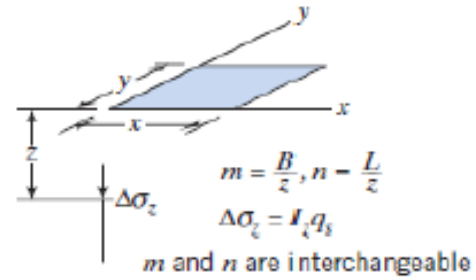
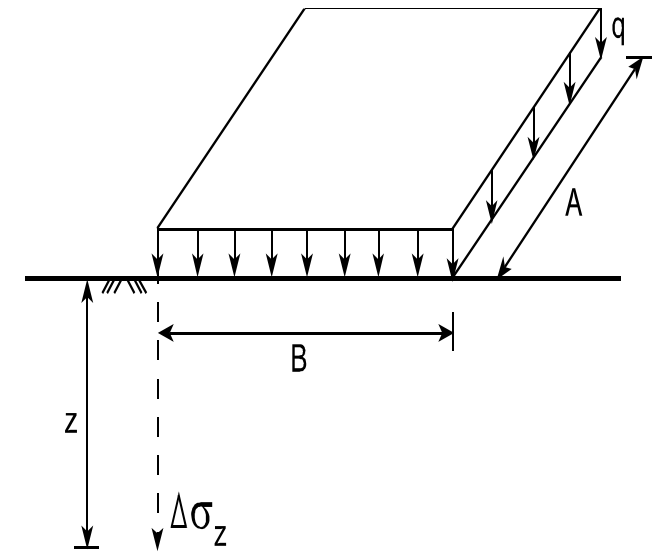
YÜZEY GERİLMELERİNİN YOL AÇTIĞI DÜŞEY GERİLMELER

Uniform Yüklü Dikdörtgen Alan

Üniform yüklü dikdörtgen alanlar için K etki faktörleri

$$m=B/z ; x/z$$

$$n=A/z ; y/z \text{ yada } L/z$$



YÜZEY GERİLMELERİNİN YOL AÇTIĞI DÜŞEY GERİLMELER

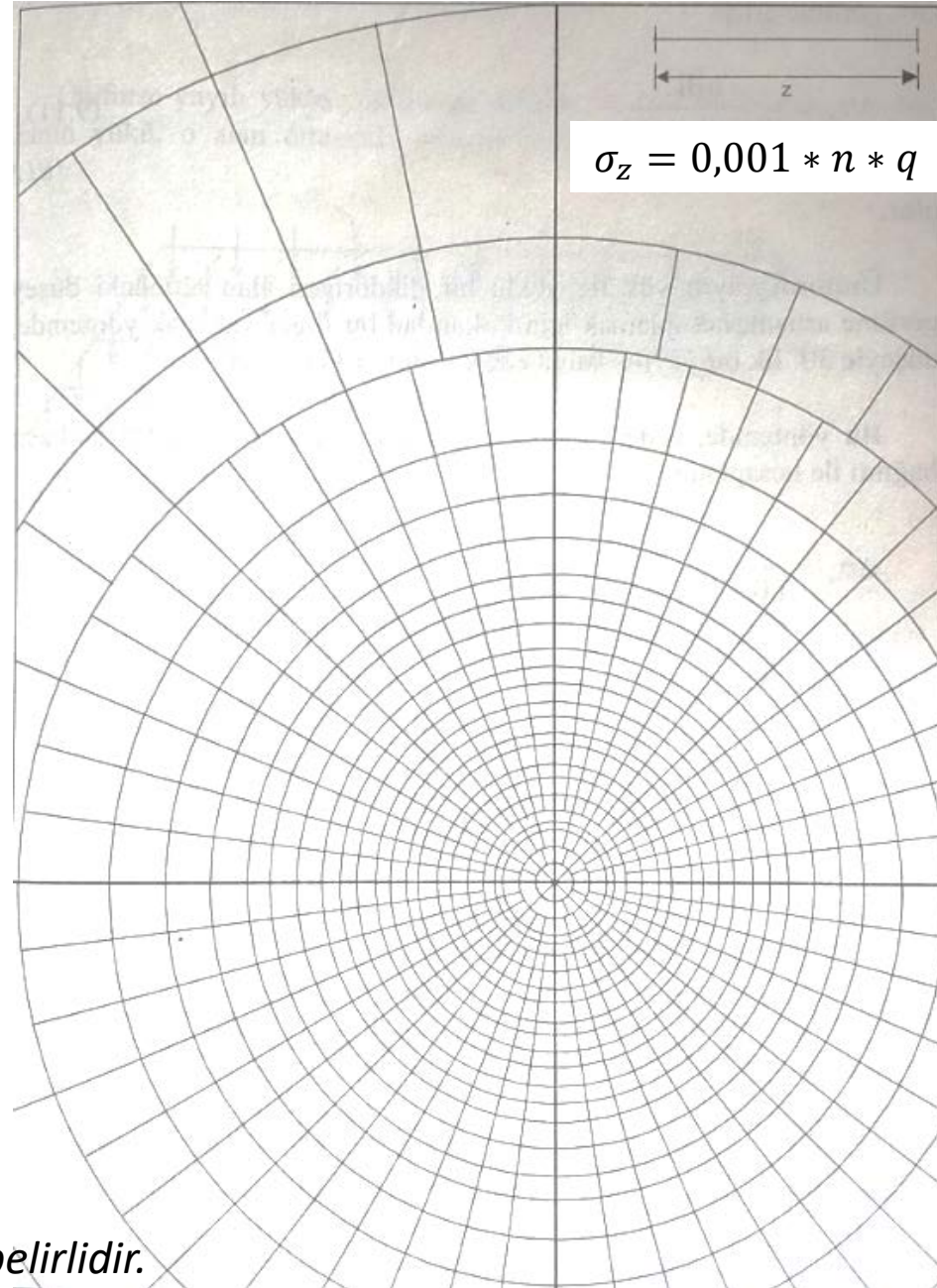
Uniform Yüklü Dikdörtgen Alan

Newmark 1942 etki diyagramı kullanımı

1. Bu yöntemle göre önce uniform yüklü alanın ölçekli bir planı şeffaf bir kayıt üzerine çizilir.
2. Şeklin ölçeği, noktanın derinliği diyagramın üzerinde belirtilmiş diyagram ölçek uzunluğuna eşit olacak şekilde çizilir.
3. Ölçekli çizilen şekilde altında gerilme artışı aranan nokta diyagramın merkezi üstüne getirilerek alan sınırları içerisinde kalan elemanlar sayılır (n).
4. Bu verilerden gerilme artışı aşağıdaki formül kullanılarak hesaplanır.

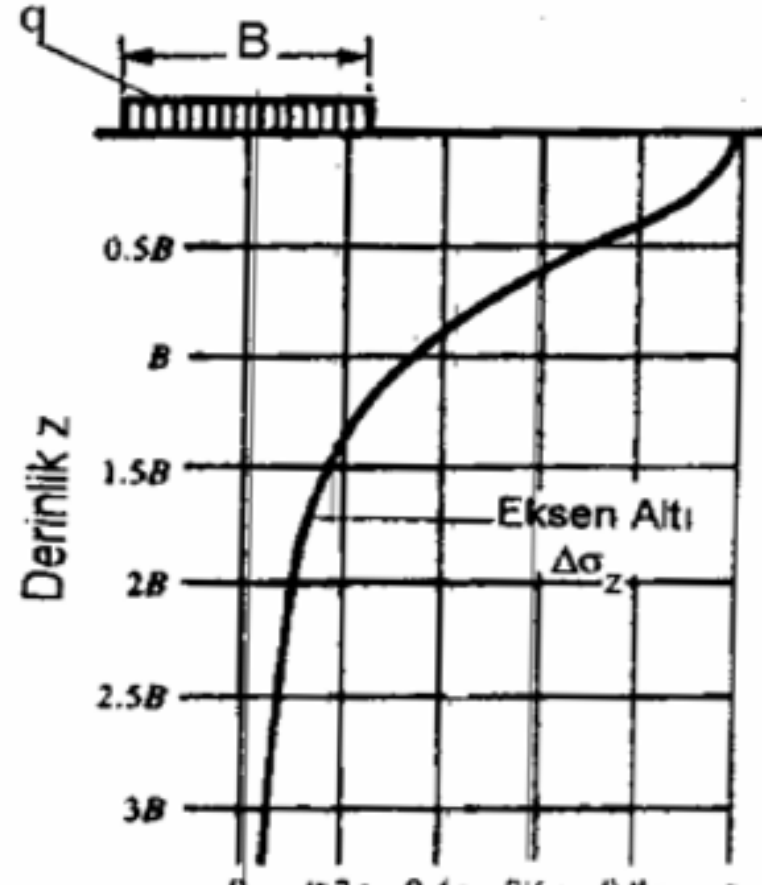
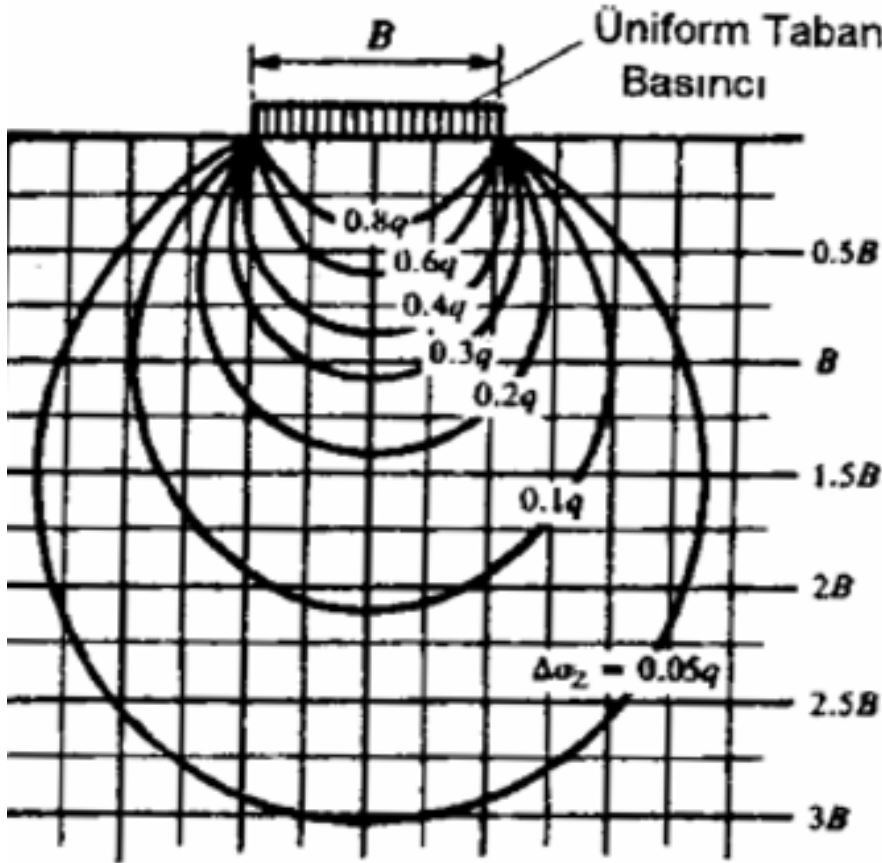
$$\sigma_z = i * n * q$$

i diyagramın etki değeri olup her diyagram için belirlidir.



YÜZEY GERİLMELERİNİN YOL AÇTIĞI DÜŞEY GERİLMELER

Uniform Yüklü Dikdörtgen Alan

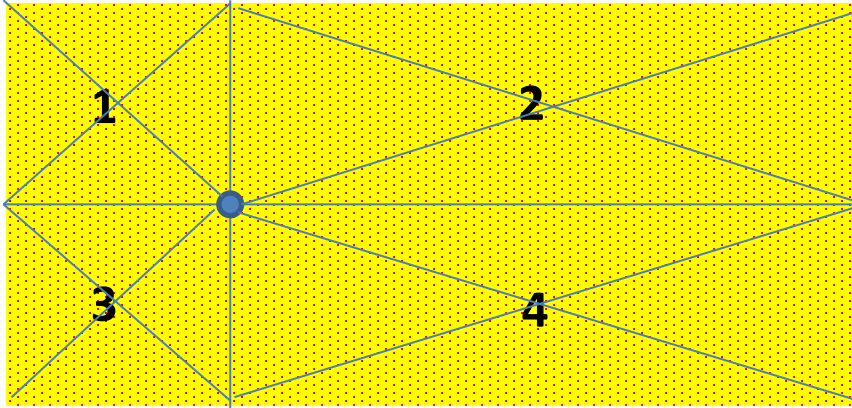


- ❑ Taşıma gücü analizi için B , Oturma analizi için $2B$ derinlik yeterlidir.
- ❑ Bunların altındaki derinliklerdeki gerilme artışlarının bir sorun çıkarmayacağı kabul edilir.

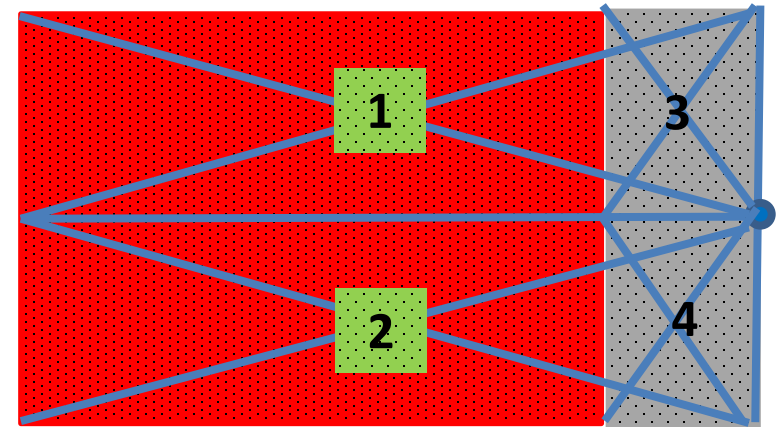
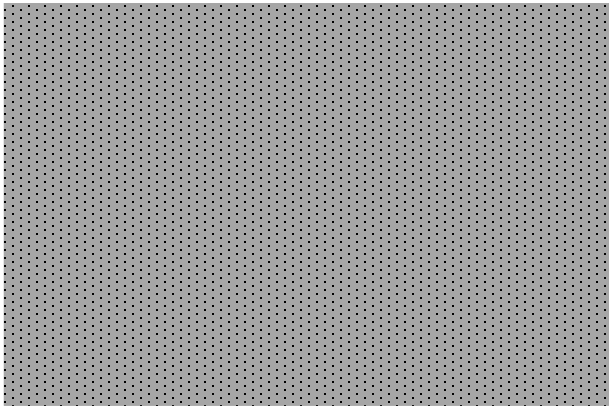
YÜZEY GERİLMELERİNİN YOL AÇTIĞI DÜŞEY GERİLMELER

Uniform Yüklü Dikdörtgen Alan

Uniform yüklü bir alanın içindeki veya dışındaki bir nokta altında oluşan gerilme süperpozisyon (çakıştırma) kuralı uygulanarak hesaplanabilir.



$$\sigma_z = q[I_1 + I_2 + I_3 + I_4]$$



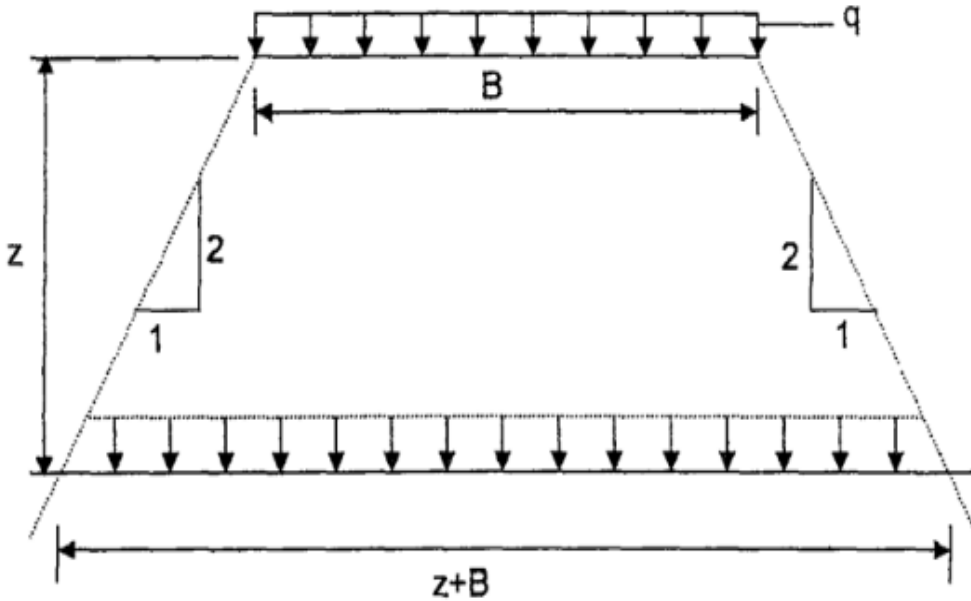
$$\sigma_z = q[I_1 + I_2 - I_3 - I_4]$$

YÜZEY GERİLMELERİNİN YOL AÇTIĞI DÜŞEY GERİLMELER

Yaklaşık Yöntem

Etkilenen bölgenin sınırlarını gösteren doğruların eğimi 2 (düşey) : 1 (yatay) olduğu kabul edilmiştir. Bu doğruların yatayla yaptığı açının 60° olacağı gibi bir varsayımda da bulunulabilir. Uygulanan yükten etkilenen bölgenin yanal sınırları hakkında bir kabulde bulunduktan sonra, ikinci bir basitleştirici varsayım olarak herhangi bir z derinliğindeki düşey gerilmenin şiddetinin üniform olacağını kabul edebiliriz.

Z derinlikli düşey gerilme



$$\sigma_z = q * \frac{B * L}{(B + z)(L + z)} = q * I$$

q = Yüzey yükü

L = Temelin uzun kenar boyutu,

B = Temel genişliği

I = Tesir katsayısı (boyutsuz)

Tesir katsayısı sadece temel boyutlarının ve derinliğin fonksiyonu olup, boyutsuz bir katsayıdır. Uygulanan basıncı bu katsayı ile çarparak istenilen derinlikteki düşey basınç artışını bulabiliriz.