

Ahşap İksa Tasarımı

Devrim Alkaya, Burak Yeşil

Pamukkale Üniversitesi, İnşaat Mühendisliği Bölümü, Denizli
burakyesil06@hotmail.com , devrimalkaya@hotmail.com

Özet: 5 Şubat 2008 tarihli 26778 sayılı resmi gazetede yayınlanan Yapı Denetimi Uygulama Yönetmeliğinde [1], bodrumlu yapılarda iksa hesabının kontrolü zorunlu hale gelmiştir. Yapı İşleri İşçi Sağlığı ve İş Güvenliği tüzüğünde de gerekli görülmesi durumunda 1.5 m'yi aşan kazılarda yan yüzleri uygun şekilde desteklenmek veya iksa yapmak suretiyle tahkim olunacak ifadesi yer almaktadır. Temel inşaatı ve zemin mekaniği literatüründe, ahşap iksa hesabı ve tasarımı için ek-sikliklerin olduğu belirlenmiştir. Mevcut literatürde verilen örnek ve açıklamalarda iksaya gelen toprak basıncı hesaplanmış, yanal toprak basıncı teorilerine yer verilmiş ancak ahşap iksa tasarımı ile ilgili yol gösterici bir açıklama yer almamıştır. Ahşabın standart özellikleri TS 647 de, iksa tasarımı ile ilgili bilgi ve öneriler TS 2519 da yer almaktadır. Yapılan çalışmada ahşap iksaya gelen yanal toprak basıncı hesaplanmış ve aynı zamanda tasarım-boyutlandırma için mevcut standartlar, tasarım yöntemleri incelenmiştir. VBA kullanılarak hazırlanan bilgisayar programı ile yanal toprak basıncı hesabı ve tasarım birleştirilmiştir. Program ile görsel, hızlı, pratik çözümler sunulmuş ve iş-lemelerin kolaylaştırılması sağlanmıştır. Hazırlanan program ile inşaat mühendisliği çalışmalarında karşılaşılabilecek her tür yüzeysel kazı projeleri için ahşap iksa tasarımı yapılmaktadır..

Anahtar sözcükler: Ahşap İksa, Zemin Mekaniği, Excel VBA, İksa Tasarımı,

Design of Wood Shoring

Abstract: It is compulsory to control the shoring calculation in the buildings with a basement with the Directive for Building Control Application published in the Official Gazette 26778 on February 5th, 2008. It is also written in the Regulations for Construction Workers Health and Work Safety that the side surfaces should be supported by shoring for the excavations over 1.5 m. if required. In basement construction and soil mechanics literature it is stated that there are deficiencies in the design and calculation of wood shores. In the present literature, the soil pressure effecting on the shoring is calculated in the samples and explanations, lateral soil pressure theory is presented but no explanation on the design of wood shoring exists. The standard properties of wood is in TS 647 and information and suggestions on shoring design is in TS 2519. In the present study, the lateral soil pressure acting on the wood shoring is calculated and at the same time, existing standards and design methods for design/dimensioning is investigated. Calculation of lateral soil pressure and design is combined with the developed computer software with VBA. Visual, fast and practical solutions are presented with the software and the process is made easy. With the developed software, wood shoring designs can be made for all types of surface excavation projects that can be faced in civil engineering studies.

Keywords: Wood Shoring, Soil Mechanic, Excel VBA, Shoring Design

1. Giriş

Bir kısım toprağın kazılarak yerinden uzak-

laştırılması sonucu zeminde önceden var olan denge bozulur. Eğer şev açısı o zemine ilişkin doğal şev açısını aşarsa bu denge bozulmasın-

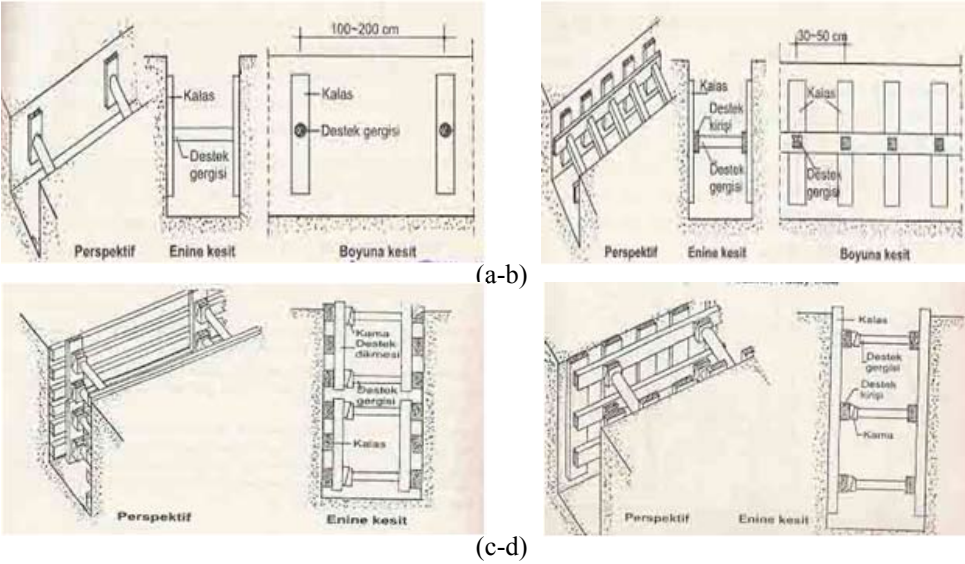
dan bir hareket olacağı kesindir. Bu hareketin oluşmasını önlemek ve dengeyi yeniden kurmak amacı ile destekleme; ahşap iksa, çelik iksa, palplanj... vb gerekir.

Yapı kazılarında, zeminlerin kendini tutamayıp kayma yapmasına karşı, kazı yüzlerini desteklemek amacıyla uygulanan sisteme “**iksa**” denir. TS 2519’da “kazı yüzlerini tutmak için kullanılan sistemlerin tümü” olarak tanımlanmaktadır.

Yapı İşlerinde İşçi Sağlığı ve İş Güvenliği tüzüğü madde 23’de “Sert kaya, sert şist, betonlaşmış çakıl, sert kalker, killi şist kaya, gre ve konglomera gibi kendini tutabilen zeminlerde

yetkililerin gerekli gördüğü hallerde ve şevsiz yapılmak zorunluluğu bulunan 150 santimetreden daha derin kazılarda, yan yüzler uygun şekilde desteklenmek veya iksa edilmek suretiyle tahkim olunacak ve iksa için kullanılacak kalas başları, kazı üst kenarından 20 santimetre yukarı çıkarılacaktır” hükmü yer almaktadır. Geniş ve Derin Temel Çukurlarında İksa Temel çukuru için kullanılan ahşap ve çelik destekler kullanılmaktadır.

Ahşap iksa tasarımı için Excel VBA (Visual Basic Application) kullanılarak zemin mekaniği prensipleri ve TS 2519 ve TS 647’de verilen tasarım ilkeleri göz önüne alınarak program oluşturulmuştur.



Şekil 1. Ahşap iksa uygulama örneği yatay-düşey (a-b-c-d)

Şekil 1 a-b’de dar kazıda tip ahşap iksa uygulaması görülmektedir. Bu iksalar düşey olarak yerleştirilebildiği gibi, Şekil 1 c-d’deki gibi yatay veya yatay-düşey olarak da yerleştirilebilirler. Ayrıca yatay ve/veya düşey yerleştirilen ahşapların arasındaki boşluk durumu ve tasarım önerileri TS 2519’da gösterilmiştir [2].

2. İksaya Gelen Toprak Basıncı

İksaya gelen toprak basıncı dağılımları kum

zemin ve kil zemin diye ayrılmaktadır.

Burada;

P (t/m): İksaya gelen kuvvet

γ (t/m³): Zemin birim hacim ağırlığı

h (m): İksa yüksekliğini göstermektedir.

2.1. Kum Zemin

Kum ve kil zeminler için sırasıyla 2’şer yöntem vardır. Bunlarda ilki eski kabul olarak nitelendirilmiş daha sonra yapılan çalışmalarda bu

yöntemle neredeyse aynı sonuçları veren yeni kabul adı verilen yöntem geliştirilmiştir.

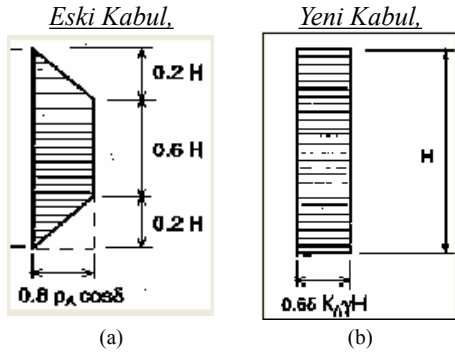
Eski kabul: [3-4]

$$p_a = \gamma h \tan^2 \left(45 - \frac{\varphi}{2} \right) \quad (1)$$

$$P = \left(\frac{1.6h}{2} \right) 0.8 p_a \cos(\delta) \quad (2)$$

Yeni kabul: [3-4]

$$P = 0.65 \tan^2 \left(45 - \frac{\varphi}{2} \right) \gamma h^2 \quad (3)$$



Şekil 2. Kum zeminde iksaya gelen toprak basıncı dağılımı

2.2. Kil

Kil zeminler için de iki yöntem vardır. İlki Şekil 3a'da Tschebotarioff [5] yöntemi gösterilmiştir. Bu yöntemde;

$$\text{Katı kıvam, } P = \frac{0.3\gamma h^2}{2} \quad (4)$$

$$\text{Orta kıvam, } P = \frac{3\gamma h^2}{16} \quad (5)$$

$$\text{Yumuşak kıvam, } P = \frac{0.5\gamma h^2}{2} \quad (6)$$

olarak kil zemini üç ayrı kategoride (4)-(5)-(6) incelenmiştir.

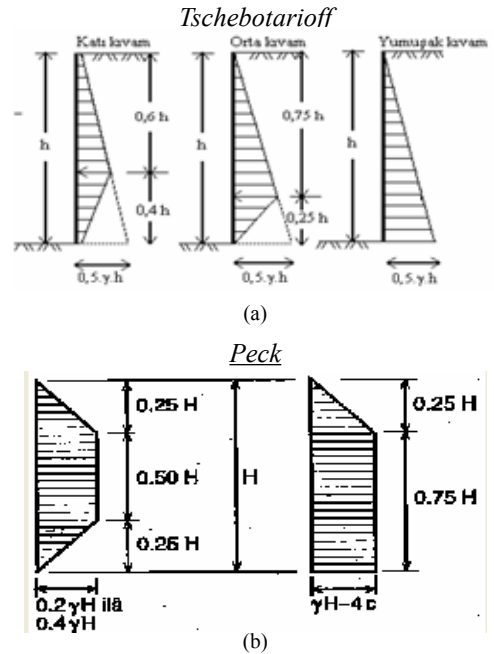
Burada;

P (t/m): İksaya gelen kuvvet

γ (t/m³): Zemin birim hacim ağırlığı

h (m): İksa yüksekliğini göstermektedir.

c (t/m²): Kohezyon



Şekil 3. Kil zeminde iksaya gelen toprak basıncı dağılımı

Şekil 3b'de kil zeminlerde toprak basıncı hesabı için Peck [6] yöntemi gösterilmiştir. Bu yöntemde kullanılan hesaplar aşağıda gösterilmiştir;

$$P = (\gamma h - 4c) \left(\frac{0.25h}{2} + 0.75h \right) \rightarrow \left\{ \frac{\gamma h}{c} > 4 \text{ ve} \right.$$

$\gamma h - 4c > 0.3\gamma h$ ise " $\gamma h - 4c$ " kullanılır değilse " $0.3\gamma h$ " kullanılır, $\gamma h/c = 12$ 'e kadar kullanılabilir.

(7)

$$P = (0.3\gamma h) * \left(\frac{0.25h}{2} + 0.75h \right) \rightarrow \left\{ \frac{\gamma h}{c} \leq 4 \right. \quad (8)$$

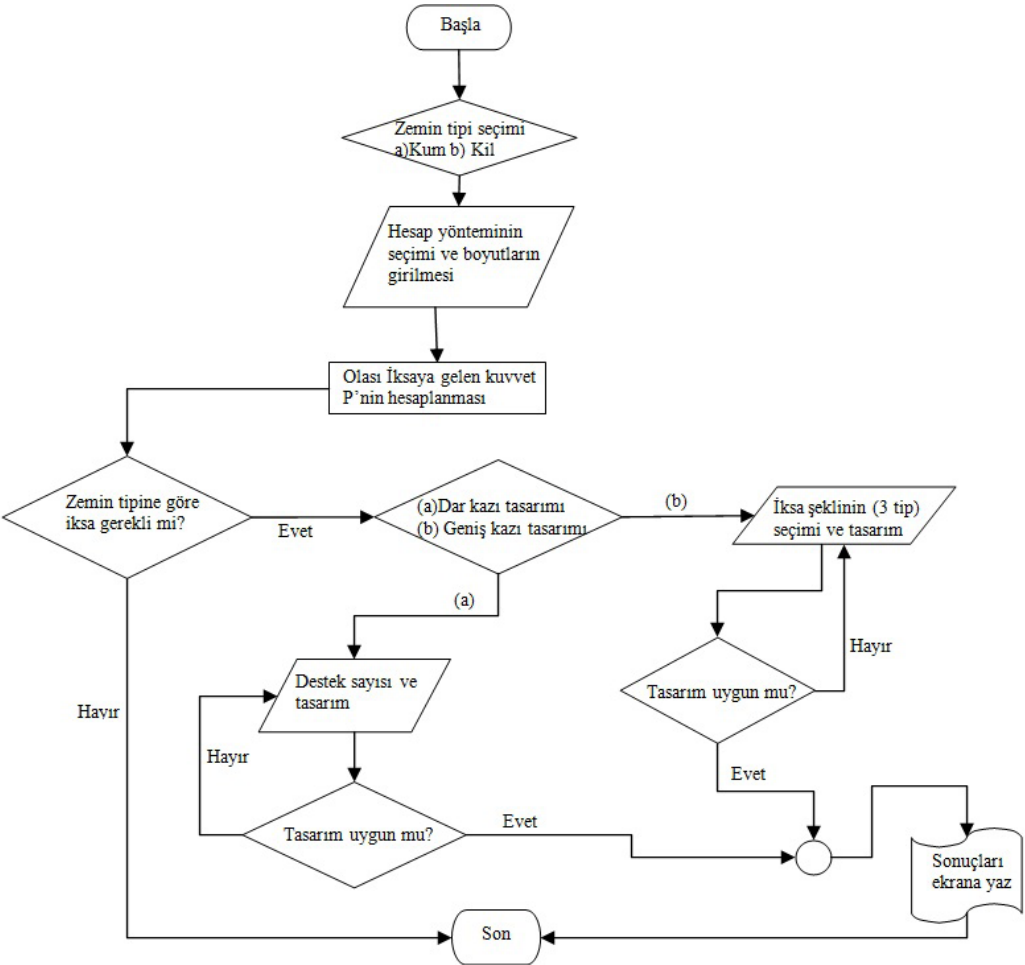
olarak kil zeminleri bağıntılara göre (7) - (8) hesaplandırmıştır.

3. Ahşap İksa Programı (Excel Makro-VBA)

Yapı denetim yönetmeliği 2010 yılında, iksa projelendirilmesini zorunlu hale getirmiştir. Bu kapsamda Şekil 5’de girişi görülen iksa hesabı yapan bilgisayar programı hazırlanmıştır.

Programı hazırlarken Şekil 4’deki akış diyagramı oluşturulmuştur. Bu akış diyagramı (bölüm 3.1) programda yapılan hesap ve tasarımların basit bir gösterimidir. Ahşap iksa hesap ve tasarım programı bu diyagram çerçevesinde çözümlenmelerini yapmaktadır.

3.1. Akış Diyagramı



Şekil 4. Programın akış diyagramı

4. Ahşap İksa Tasarımı Programının Menüleri

Programın ilk açılışında Şekil 5’de görülen açılış sayfası kullanıcının karşısına çıkmaktadır. Burada ahşap iksa programının genel bir görünüşü ve programı yapanların isimleri yer almaktadır. Bu resme basıldığında ahşap iksa hesabı ve tasarımının ilk basamağı olan zemin tipinin seçilmesi (Şekil 6) işlemi görülmektedir.



Şekil 5. Program girişi

Şekil 6’deki menüden zemin tipi (kum/kil) seçimi yapılır. Eğer zemin tipi kum olarak seçilirse Şekil 7’de görülen menü ekrana gelmektedir. Burada yapılacak iksa yüksekliği, zeminin birim hacim ağırlığı, içsel sürtünme açısı girilir.

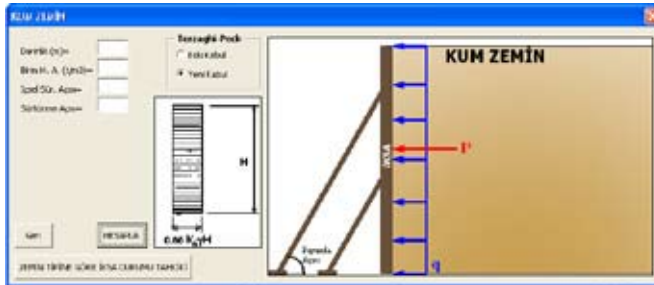
Terzaghi-Peck kabulüne göre eski ve yeni yönteminden biriyle hesap yapılabilir.



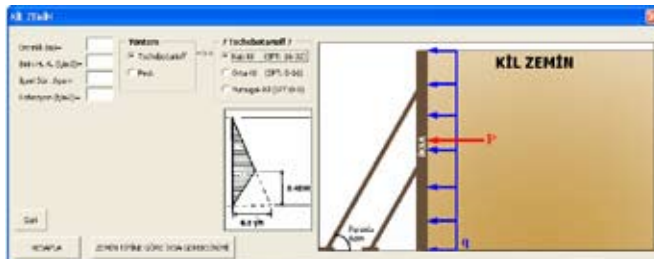
Şekil 6. İksa hesabı için zemin tipi seçimi

Şekil 8’de kil zeminde ahşap iksa hesabı görülmektedir. Burada Tschebotarioff yöntemi; katı-orta ve yumuşak kil değerleri denklem (4)-(5)-(6) göre hesap yapılmaktadır. Peck yönteminde ise denklem (7)-(8) de gösterilen bağıntılarla hesaplar yapılmaktadır.

Tablo 1 ve Tablo 2’de, programda kullanılan ve TS 647 [7] den alınan tablolardan 8x16 ve 20x20 boyutlarındaki ahşap iksa için örnek verilmiştir. Burada ahşap boyutlarına göre ilgili mesafelerin en fazla değerleri ile o ahşabın en fazla taşıyabileceği yük (ton) gösterilmektedir. Elde edilen sonuçlara göre programa entegre edilen bu tablolardan tasarımda yararlanılabilmektedir.



Şekil 7. Kum zemin için iksaya gelen kuvvetin hesabı



Şekil 8. Kil zemin için iksaya gelen kuvvetin hesabı

Sıra no	Alınacak en büyük ölçü değerleri	Ahşap kaplama birim kalınlığı (s)				
		5cm	6cm			7cm
1	En büyük perde yüksekliği (h)	3	3	4	5	5
2	Ahşap kaplama birimlerinin en büyük mesnet aralığı (l_1)	1.9	2.1	2	1.9	2.1
3	Bağlantı kirişlerinin en büyük mesnet aralığı (l_2)	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5
4	Bağlantı kirişlerinin en büyük konsol boyu (l_3)	0.7	0.7	0.65	0.6	0.6
5	Ahşap kaplama birimlerinin en büyük konsol boyu (l_4)	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3
6	Ahşap kaplama birimlerinin en büyük konsol boyu (l_5)	0.6	0.6	0.55	0.5	0.5
7	Takviye kirişlerinin en büyük flambaj boyu (s_k)	1.65	1.55	1.5	1.45	1.35
8	ton Destek kirişlerine gelen en büyük kuvvet (P)	31	34	37	40	43

Tablo 1. 8x16 boyutlarındaki ahşap iksa için en büyük ölçütler (TS 647)

Sıra no	Alınacak en büyük ölçü değerleri	Ahşap kaplama birim kalınlığı (s)				
		5cm	6cm			7cm
1	En büyük perde yüksekliği (h)	3	3	4	5	5
2	Ahşap kaplama birimlerinin en büyük mesnet aralığı (l_1)	1.8	2	1.9	1.8	2
3	Bağlantı kirişlerinin en büyük mesnet aralığı (l_1)	2.3	2.2	2	1.8	1.7
4	Bağlantı kirişlerinin en büyük konsol boyu (l_3)	1.15	1.1	1	0.9	0.85
5	Ahşap kaplama birimlerinin en büyük konsol boyu (l_5)	0.5	0.6	0.6	0.6	0.7
6	Ahşap kaplama birimlerinin en büyük konsol boyu (l_5)	1.2	1.4	1.3	1.2	1.4
7	Takviye kirişlerinin en büyük flambaj boyu (s_k)	1.9	1.85	1.65	1.45	1.4
8	ton Destek kirişlerine gelen en büyük kuvvet (P)	88	91	100	111	114

Tablo 2. 20x20 boyutlarındaki ahşap iksa için en büyük ölçütler (TS 647)

Zemin Class	Appliances	SPT	Relative Density	Free Soil Pressure	Required ICS
A	Yarı sıkı topraklar (örneğin: kumlu çakıllı topraklar, çakıllı topraklar, çakıllı topraklar)	15-30	0.6-0.7	1.0-2.0	1.0-2.0
B	Orta sıkı topraklar (örneğin: kumlu çakıllı topraklar, çakıllı topraklar)	30-45	0.7-0.8	2.0-3.0	2.0-3.0
C	Sıkı topraklar (örneğin: kumlu çakıllı topraklar, çakıllı topraklar)	45-60	0.8-0.9	3.0-4.0	3.0-4.0
D	Yarı gevrek topraklar (örneğin: kumlu çakıllı topraklar, çakıllı topraklar)	60-75	0.9-1.0	4.0-5.0	4.0-5.0
E	Gevrek topraklar (örneğin: kumlu çakıllı topraklar, çakıllı topraklar)	75-90	1.0-1.1	5.0-6.0	5.0-6.0
F	Yarı gevrek topraklar (örneğin: kumlu çakıllı topraklar, çakıllı topraklar)	90-105	1.1-1.2	6.0-7.0	6.0-7.0
G	Gevrek topraklar (örneğin: kumlu çakıllı topraklar, çakıllı topraklar)	105-120	1.2-1.3	7.0-8.0	7.0-8.0
H	Yarı gevrek topraklar (örneğin: kumlu çakıllı topraklar, çakıllı topraklar)	120-135	1.3-1.4	8.0-9.0	8.0-9.0
I	Gevrek topraklar (örneğin: kumlu çakıllı topraklar, çakıllı topraklar)	135-150	1.4-1.5	9.0-10.0	9.0-10.0

Şekil 9. Zemin tipine göre iksa gerekliliğinin tespiti ve TS 2519 zemin tipine göre uygulanan tip iksa şekilleri

Şekil 9’da zemin tipine, SPT, relatif sıklık ve serbest basınç değerine göre iksa gerekliliğinin tespiti ve TS 2519 zemin tipine göre uygulanan tip iksa şekillerinden bir kısmı gösterilmiştir.

Ahşap iksa programında, zemin tipine göre (örneğin; IBb, IIAb, IICb, IIIBa... vb) iksa tasarımında kullanılacak önerilen tip iksa uygulamaları bulunmaktadır.

12x16 | 24x20 | 20x20

Sıra no	Alınacak en büyük ölçü değerleri	Aşgaj kaplarına birim kalınlığı (t)				
		3	3	4	4	5
1	En büyük pencere yüksekliği (h ₁) Aşgaj kaplarına biriminden en büyük mesafe aralığı (a ₁)	1.9	2.1	2	1.9	2.1
2	Sağlam kırılmalara en büyük mesafe aralığı (a ₂)	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5
3	Sağlam kırılmalara en büyük mesafe aralığı (a ₃)	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5
4	Aşgaj kaplarına biriminden en büyük kenet boyu (b ₁)	0.7	0.7	0.66	0.6	0.6
5	Aşgaj kaplarına biriminden en büyük kenet boyu (b ₂)	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3
6	Aşgaj kaplarına biriminden en büyük kenet boyu (b ₃)	0.6	0.6	0.55	0.5	0.5
7	Takıyıcı kırılmalara en büyük Fambaj boyu (h ₂)	1.65	1.55	1.5	1.45	1.35
8	Destek süzgeçlerine gelen en büyük kuvvet (P)	31	34	37	40	43

Sevkiyetli çelik dar kazılar için P yükü, 3 desteğe kullanılmaması durumunda *a20 antideprem yükü olarak değerlendirilmelidir.

1) En büyük pencere yüksekliği (h₁)
2) Aşgaj kaplarına biriminden en büyük mesafe aralığı (a₁)
3) Sağlam kırılmalara en büyük mesafe aralığı (a₂)
4) Sağlam kırılmalara en büyük mesafe aralığı (a₃)
5) Aşgaj kaplarına biriminden en büyük kenet boyu (b₁)
6) Aşgaj kaplarına biriminden en büyük kenet boyu (b₂)
7) Takıyıcı kırılmalara en büyük Fambaj boyu (h₂)

Formda Açık:
Formda Sıkışık:
b (cm):
L (cm):
H (cm):
Geni Kazı İçin Tasarım:

Geniş Kazı İçin Tasarım Göster

QR1 | TS-147 | TS-2519 | Geniş Kazı İçin Tasarım Göster

Diğer kaplara birimlerinden meydana gelen tip Aşa (Tablo 1.1)

16 cm x 16 cm veya 20 cm x 20 cm
φ 12 çubuk veya φ 14 cm
Kamalar (gerekli halde)

Kapılara birimlerinden meydana gelen tip Aşa (Tablo 1.1)

16 cm x 16 cm veya 20 cm x 20 cm
φ 12 çubuk veya φ 14 cm
Kamalar (gerekli halde)

2.50 m ≤ L ≤ 4.50 m

Şekil 10. Dar kazı için aşgaj iksa tasarımı

Şekil 10'da dar kazı için iksa tasarımı menüsü bulunmaktadır. En fazla 3 desteğe kadar hesap yapılabilmektedir. Burada yine kullanıcıya fikir vermek amacıyla TS 2519 da gösterilen (8x16-12x16-16x16-20x20) iksa boyutları için ilgili

boyutlar ve taşıyabileceği en fazla yük değerleri verilmiştir. Programı kullanırken verilen en fazla mesafelerin aşılmasına dikkat edilmelidir. Gelen yüklere göre payanda boyutlarının kontrolü program tarafından yapılmaktadır.

1) 1 payanda (destek)

2) 2 payanda (destek) Tip 1

2) 2 payanda (destek) Tip 2

TS-647: Aşgaj İksa Hesapları (Geniş Kazılar)

Formda 1 (Destek 1) Boyutları
a (cm):
b (cm):
Formda 2 (Destek 2) Boyutları
a (cm):
b (cm):
Bireysel Hesapla

Sıra no	Alınacak en büyük ölçü değerleri	Aşgaj kaplarına birim kalınlığı (t)				
		3	3	4	5	5
1	En büyük pencere yüksekliği (h ₁) Aşgaj kaplarına biriminden en büyük mesafe aralığı (a ₁)	1.9	2.1	2	1.9	2.1
2	Sağlam kırılmalara en büyük mesafe aralığı (a ₂)	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5
3	Sağlam kırılmalara en büyük mesafe aralığı (a ₃)	0.7	0.7	0.66	0.6	0.6
4	Aşgaj kaplarına biriminden en büyük kenet boyu (b ₁)	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3
5	Aşgaj kaplarına biriminden en büyük kenet boyu (b ₂)	0.6	0.6	0.55	0.5	0.5
6	Takıyıcı kırılmalara en büyük Fambaj boyu (h ₂)	1.65	1.55	1.5	1.45	1.35
8	Destek süzgeçlerine gelen en büyük kuvvet (P)	31	34	37	40	43

QR1

Şekil 11. Geniş kazı için iksa tasarımı

Şekil 11’de geniş kazılar için 3 farklı tipte tasarım yapılabilir. Burada tip 1’de tek payandalı, tip 2’de ikisi de açılı 2 payandalı, tip 3’de ise biri açılı diğeri 0° açılı 2 payandalı sistem vardır. TS 2519’da bulunan tip iksa boyutları da verilmiştir. Hesap sonucunda bulunan en küçük payadadan daha küçük boyutların girilmesine program tarafından izin verilmekte ve ekrana uyarı mesajı getirmektedir.

5. Sonuçlar

Çalışmada 5 Şubat 2008 tarihli 26778 sayılı resmi gazetede yayınlanan Yapı Denetimi Uygulama Yönetmeliği ile Yapı İşleri İşçi Sağlığı ve İş Güvenliği tüzüğünde [8] gerekli görülen iksa projelendirme işi için Excel VBA kullanılarak bir hesap programı hazırlanmıştır. Çalışmada ahşap iksaya gelen yanal toprak basıncı teorileri ve aynı zamanda tasarım-boyutlandırma için mevcut standartlar, tasarım yöntemleri incelenmiştir. TS 647 ve TS 2519’da verilen çözüm yöntemleri programın hazırlanmasında dikkate alınmıştır. Hazırlanan bilgisayar programı ile yanal toprak basıncı hesabı ve ahşap iksa tasarımı birleştirilmiştir. Program ile görsel, hızlı, pratik çözümler sunulmuş ve işlemlerin kolaylaştırılması sağlanmıştır. İnşaat mühendisliği çalışmalarında karşılaşılabilecek her tür yüzeysel kazı projeleri için ahşap iksa tasarımı yapılmaktadır. Ahşap iksa programı ile hesapların yapılması hızlı, pratik, görsel olmakta, kazılarda meydana gelen iş kazalarının önüne geçilebilmesi için önemli bir adım atılmaktadır. Bu programın ileride web ortamında kullanıcının hizmetine sunulması da amaçlanmaktadır.

6. Kaynaklar

- [1] Yapı Denetimi Uygulama Yönetmeliği sayı:26778, 5 Şubat (2008), **Ek3**
- [2] TS-2519 “Ahşap İksa Hesap, Bakım, Söküm ve Dolgulama kuralları”,Ankara, Nisan (1989)
- [3] Kumbasar V., Kip F., “Zemin Mekaniği Problemleri”, Derya Kitabevi,(1999)
- [4] Terzaghi K. ve Peck R. B., “Soil Mechanics in Engineering Practice”, 2nd edition, Wiley, New York
- [5] Tschbotarioff G. P., “Foundations Retaining and Earth Structures”, Mc-Graw Hill, New york, (1973)
- [6] Peck R. B., “Deep Excavations and Tunneling in Soft Ground In Proc”, 7th int. Conf. Soil Mech. Found. Engng, State-of-the Art volume,225-250, (1969)
- [7] TS-647 “Ahşap yapıların Hesap ve yapım kuralları”,Ankara, Mayıs (1980)
- [8] Yapı İşlerinde İşçi Sağlığı ve İş Güvenliği Tüzüğü, 12 Eylül (1974)