

KENTSEL BÖLGE ATIKSU TOPLAMA KANALLARININ BİLGİSAYAR KULLANILARAK TASARIMI

Mehmet ARDIÇLIOĞLU Yrd.Doç.Dr. Erciyes Üniversitesi Kayseri, Türkiye	Levent ŞAHAN Öğr.Görevlisi Erciyes Üniversitesi Kayseri, Türkiye	Erkan BEŞDOK Yrd.Doç.Dr. Erciyes Üniversitesi Kayseri, Türkiye
---	---	---

ÖZET

Yerleşim bölgelerinin evsel ve endüstriyel ihtiyaçlarını karşılamak için getirilen sular, tüketim yerlerinde kullanıldıktan sonra atıksu haline gelir. Atık suların canlılara ve çevreye zarar vermeden, kanallar içerisine alınarak uzaklaştırılması gerekmektedir. Bu çalışmada kullanılmış suları toplayıp yerleşim bölgelerinden uzaklaştıran ayırık kanalizasyon sistemlerinin bilgisayar destekli tasarımı yapılmıştır. Programda Manning formülü kullanılarak; kanaldaki akımın hızı, su derinlikleri ve doluluk oranları hesaplanmaktadır. İller Bankası tarafından kullanılan hesap tablosu program çalıştırıldığında ekrana gelerek verilerin girişi kolaylıkla yapılmakta, gerektiğinde bilgilerin değişimi yapılarak hesaplamalar yenilenebilmektedir. Programda ayrıca boru ve kazı metrajları yapılarak istenilen cadde ve sokağın boy kesiti grafik olarak çizdirilebilmektedir.

AMAÇ

Bilgisayar teknolojisinin hızla geliştiği günümüzde problemlerin çözümünde bilgisayar destekli tasarımdan yararlanmak zorunlu olmuştur. Özellikle karmaşık ve iteratif yöntemler gerektiren kanalizasyon şebekesi hesabında bilgisayar programları kullanılarak kısa sürede hesaplar yapılmakta, çözümlerin ekonomik yönden karşılaştırma imkanları daha kısa sürede mümkün olmaktadır. Bu çalışmanın amacı, imar planları üzerinde ön çalışmaları yapılan ayırık sistem kanalizasyon şebekelerinin atıksularını toplayan kanalların bilgisayar destekli analizlerinin yapılmasıdır. Bu amaçla ülkemizde geçerli olan İller Bankası şartnameleri ve hesap tablosu esas alınarak, kanallardaki akımın hidrolik hesabı, kazı ve boru metrajları yapılabilmektedir [1], [2], [3]. Geliştirilen programa, uzaklaştırılacak olan atıksu miktarı proje süresince gerekli olan içme suyu ihtiyacı belirlenerek hesaplanabilmekte veya iletim debisi girilerek atıksu debisi hesaplanabilmektedir. Baca zemin kodları , kanal uzunlukları ve akış yönleri belirlenmiş olan kanalizasyon şebekesinin en uygun boru çapı ve eğimi hesaplanabilmektedir. Hesaplamalarda Manning formülünden yararlanılarak kanallar için akış hızları, su derinlikleri ve doluluk oranları hesaplanmaktadır. Programda ayrıca boru ve kazı metrajı yapılarak istenilen cadde ve sokağın kanal boykesitleri grafik olarak çizdirilebilmektedir.

ATIK SU KANALLARININ HİDROLİK HESAPLARI

Atıksu kanalları; serbest yüzeyli olarak, düzenli ve üniform olmayan akım şartlarını yerine getirecek tarzda, atıksuların taşıdığı sedimentin çökelmeden ve ayrışmadan, veya çökelme ve ayrışmayı normal sınırlar içerisinde tutarak taşıyacak şekilde hesap ve projelendirilmelidir. Atıksu kanalları kısmen dolu aktığı kabulü ile

boyutlandırılır. Yer altı suyu yüksek ve bu suların kanala girme ihtimalinin olduğu yerlerde borunun debiye göre %50 - %60 dolu aktığı, diğer durumlarda %80 dolu aktığı kabul edilerek projelendirme yapılmaktadır. Kanalların yarı dolu olarak boyutlandırılmasının sebebi; kullanılmış suların kimyasal özelliklerinden dolayı kanal kapasitelerinin zamanla azalması, kullanılmış suların zamanla ayrışarak metan ve sülfür gibi gazların oluşması, yeraltından kanala sızabilecek suyun varlığı ve ileride artabilecek ihtiyaca cevap verebilmesidir. Projelendirmede kanal %60 dolu akacak şekilde kabul edilerek dolu akış debisi için doluluk eğrilerinden

$$Q_d = \frac{Q}{0.67} \quad (1)$$

olarak bulunur. Burada Q_d kanalın dolu iken taşıyacağı debi, Q kanal hesap debisidir. Kanal kesitinden geçen suyun debisi süreklilik denklemiyle belirlenebilir [4].

$$Q = V A \quad (2)$$

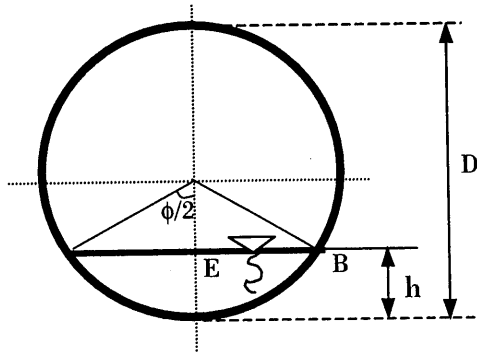
Burada V : ortalama akım hızı ve A : Akışın enkesit alanıdır. Akımın hızı Manning formülü ile hesaplanırsa (2) ifadesi aşağıdaki gibi elde edilir.

$$Q = \frac{1}{n} R^{2/3} J^{1/2} A \quad (3)$$

Burada n cidar pürüzlülüğünü gösteren bir katsayı, R hidrolik yarıçap, ve J hidrolik eğimdir. Dolu akan borular için Manning formülünden minimum boru çapı;

$$D = \left[3.205 \frac{n}{\sqrt{J}} Q \right]^{3/8} \quad (4)$$

ifadesindeki gibi elde edilir. Kısmi dolu dairesel kesitli kanallarda bilinen bir çapla diğer hidrolik elemanlar arasında Şekil 1 den görüleceği üzere aşağıdaki bağıntılar yazılabilir Şekil 1 de görüldüğü gibi akış kesit alanı; $A = OAB$ (daire dilimi alanı) – OAB (üçgen alanı) şeklinde aşağıdaki gibi elde edilir.



Şekil 1 Kısmi Dolu Akan Dairesel Kesitli Kanal

$$A = \frac{D^2}{8} (\phi - \sin \phi) \quad (5)$$

Su derinliği h ;

$$h = \frac{D}{2} \left(1 - \cos \frac{\phi}{2} \right) \quad (6)$$

Hidrolik yarıçap R ;

$$R = \frac{D}{4} \left(1 - \frac{\sin \phi}{\phi} \right) \quad (7)$$

değerleri elde edilir. (3) formülünde, denklem (5) ve (7) yerine konularak ϕ çekilirse

$$\phi = \sin \phi + \left(\frac{2}{D/2} \left(\frac{Q_{kh} n}{D/2 \sqrt{J}} \right)^{0.6} \right) \phi^{0.4} \quad (8)$$

elde edilir. (8) ve (4) nolu denklemlerin ortak çözümlerinden ϕ değeri elde edilir. Çözümüne önce bir ϕ değeri ile başlanır. Bu değer (8) nolu denklemin sağ tarafına konularak yeni bir ϕ_1 değeri elde edilir. Yeni değer denklemde sağ tarafa tekrar konulmak suretiyle hesaplara devam edilir.

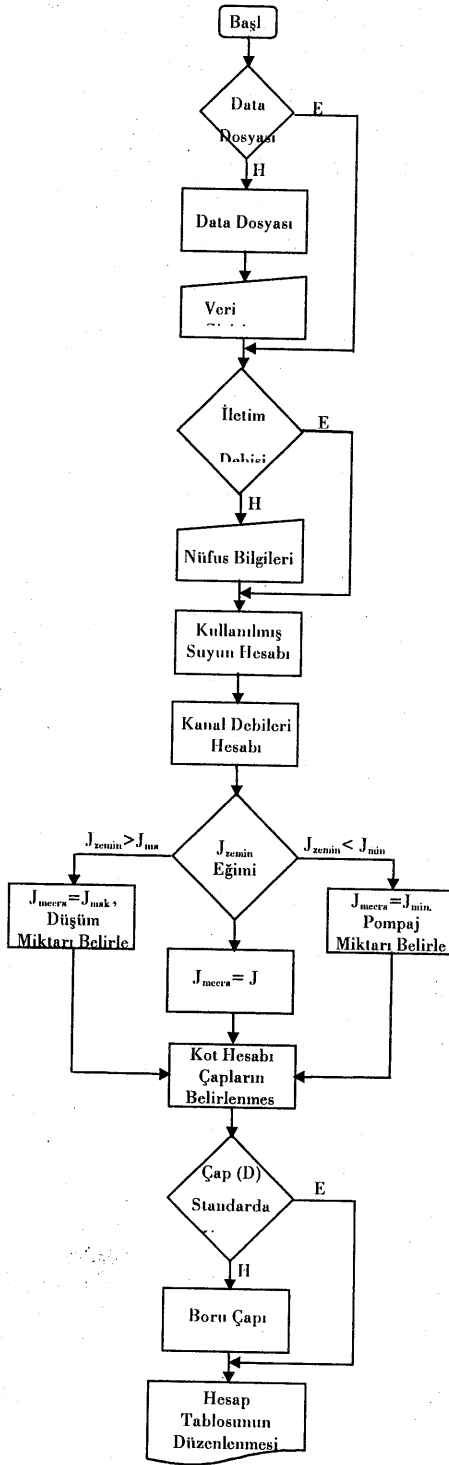
$$\varepsilon = \left| \frac{\phi - \phi_1}{\phi} \right| \quad (9)$$

Son ifadede hata yüzdesi değeri $\varepsilon = 0.001$ in altına düşüren ϕ değeri bulununcaya kadar işleme devam edilir. Sonuçta bulunan ϕ değeri (5), (6), (7) ifadelerinde yerine yazılarak kısmı dolu akan kesitin akış kesit alanı (A), akış derinliği (h), hidrolik yarı çap (R) hesaplanarak Manning denkleminden akış hızı (V) bulunur.

BİLGİSAYAR PROGRAMININ TANITILMASI

Ayrık sistem kanalizasyon şebeke hesaplarının bilgisayar destekli çözümü; sonuçların kısa sürede, hassas, daha anlaşılır ve düzenli olması ve alternatif çözümlerin daha kısa sürede yapılması gibi avantajlar sağlar. Bu amaçla Delphi programlama dilinde windows tabanlı olarak **Kanalpro** yazılımı gerçekleştirilmiştir. Programın akış şeması Şekil 2 de verilmiştir.

Programda İller Bankası Hesap Tablosuna uygun veri girişi yapılmaktadır. Bu amaçla hesaba yapılacak bölgenin 1/2000 ölçekli haritası üzerinde kanal ağı geçkisi çizilir. Bu plan üzerinde, tesviye eğrilerinden sokak ve cadde zemin kotları, baca yerleri, sokak uzunlukları, izafi (kesafet) yoğunluk katsayıları, su akış yönleri belirlenir. Bu bilgiler Mecra Özellikleri Giriş Sayfasındaki hesap tablosunun ilgili sütunlarına veri olarak girilir. Şekil 3 de ele alınan örneğe ait programda veri olarak girilmesi gereken bilgiler ve Mecra Özellikleri Giriş Sayfası görülmektedir.



Şekil 2 Programın Akış Şeması

Mecra Özellikleri Giriş Sayfası
 Yenileri Kaydet Nüfus Hesapları İletim Debisi Hesapları Metraj Hesapları Hesapları Yenile Kanal Boykesit

H min: 150 H max: 600 Eğim min: 300 Eğim max: 15

Kanal No	BNo	Kad	İY	BNB	BNS	Buz.(m)	SVM	BD(kışın m)	KKD(Lışın)	UD(Lışın)	Qh(Lışın)	ZKDağı	ZKSevde
1	1	1	1	1	2	100	0					486.90	485.00
2	1	1	1.5	2	5	120	1					485.00	484.20
3	1	1	1.5	5	9	75	2-14					484.20	483.30
4	1	1	1	9	10	100	3-10					483.30	482.80
5	1	1	1	10	13	125	8-4					482.80	482.00
6	1	1	1	2	3	100	0					485.00	484.00
7	1	1	1	3	6	120	5					484.00	483.50
8	1	1	1	6	10	75	7-15					483.50	482.80
9	1	1	1	7	8	85	0					485.20	484.30
10	1	1	1	8	9	105	9					484.30	483.80
11	1	1	1.5	9	12	125	0					483.80	482.70
12	1	1	1	11	12	100	0					483.40	482.70
13	1	1	1	12	13	100	11-12					482.70	482.00
14	1	1	1	4	5	100	0					485.00	484.20
15	1	1	1	5	6	100	0					484.20	483.50
16													
17													
18													
19													
20													

Niteligi: Başlangıç Borusu

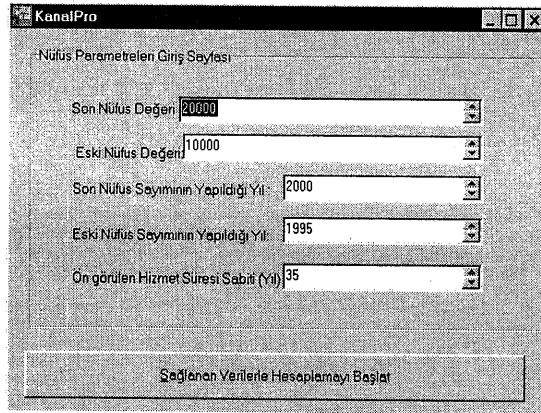
BNo

Bağlantı Yapısı: bes1 sırt: 2

Şekil 3. Örnek Probleme Ait Mecra Özellikleri Giriş Sayfası

Bu veri girişinden sonra başlangıç bacaları için mecra iç üst müvellidi başlangıç derinlikleri minimum ve maksimum değerleri bölgenin özelliklerine göre tanımlanır. Bu tanımlama menü çubuğunun altındaki $h_{\min}$ ve $h_{\max}$ pencerelerinde yapılır. Program ön değer olarak $h_{\min}=1.50$ m ve $h_{\max}=6.00$ m değerlerini kabul etmektedir.

Program bu aşamada atıksu debisinin belirlenmesi için, nüfusa veya iletim debisinin bilinmesine bağlı olarak hesap yapar. Programda atıksu debisinin belirlenmesi için Nüfus hesabı yapılacak ise Menü çubuğundan "Nüfus Hesapları" düğmesi seçilir. Bu durumda Şekil 4. deki nüfus parametreleri giriş sayfası karşımıza çıkar.

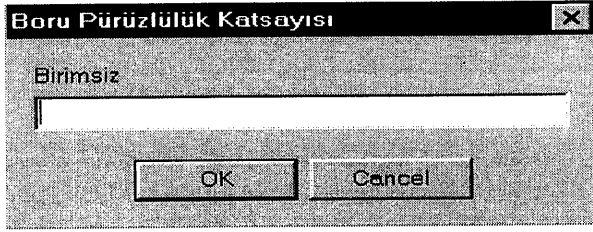


Şekil 4. Nüfus Parametreleri Giriş Sayfası

Pencerede bölgenin son Nüfus değeri, Eski Nüfus değeri, Son Nüfus sayımı, eski Nüfus sayımının yapıldığı yıllar ve ön görülen Proje hizmet süresi yıl olarak girilir. Sağlanan verilerle Hesaplamayı Başlat düğmesi seçildiğinde bölgenin İller bankası yönetmeliğine göre Nüfus hesabı yapılarak iletim debisi ve atıksu debisi hesaplanır.

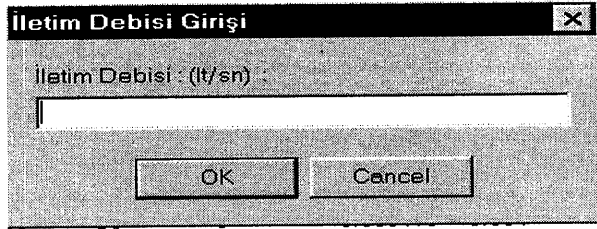
Program bu bilgileri kullanarak hesap tablosunda 9, 10, 11, 12, 15,16,19, 20, 21 ,22 sütunlarını hesaplayarak doldurur. Ekranda çıkan Şekil 5. deki pencere yardımı ile kullanılan boru cinsine bağlı olarak pürüzlülük katsayısı girilerek hidrolik hesaplamalar yapılır. Program bu esnada hesap tablosunun 17,18, 23, 24, 25, 26,

27, 28 nolu sütunlarını hesaplayarak doldurur.



Şekil 5 Boru Pürüzlülük Katsayısı Giriş Penceresi

Yerleşim bölgesine getirilen içme suyu iletim debisi biliniyor ise, Mecra Özellikleri Giriş Sayfası Menü çubuğundan "İletim Debisini Hesapla" seçeneği yardımı ile Şekil 6. da verilen pencere karşımıza çıkar. Pencerede iletim debisi lt/sn olarak girildiğinde hesap tablosunun ilgili sütunlarını doldurur.



Şekil 6 İletim debisi Giriş Penceresi

Hesap sonucu özellikleri belirlenen bölgeye ait kazı ve boru metrajı "Mecra Özellikleri Giriş Sayfası", menü çubuğundan "Metraj Hesapları" düğmesi seçilerek yapılır. Projenin kanallarına ait boykesit grafikleri gösterilmek istenirse hesap tablosunun araçlar çubuğunda bulunan disket "Kaydet" düğmesine basılarak çıktı dosyasının çalışılan klasöre kaydedilmesi sağlanır. Menü çubuğundan "Kanal Boykesit" düğmesi seçildiğinde

1. "Baca Başlangıç No"

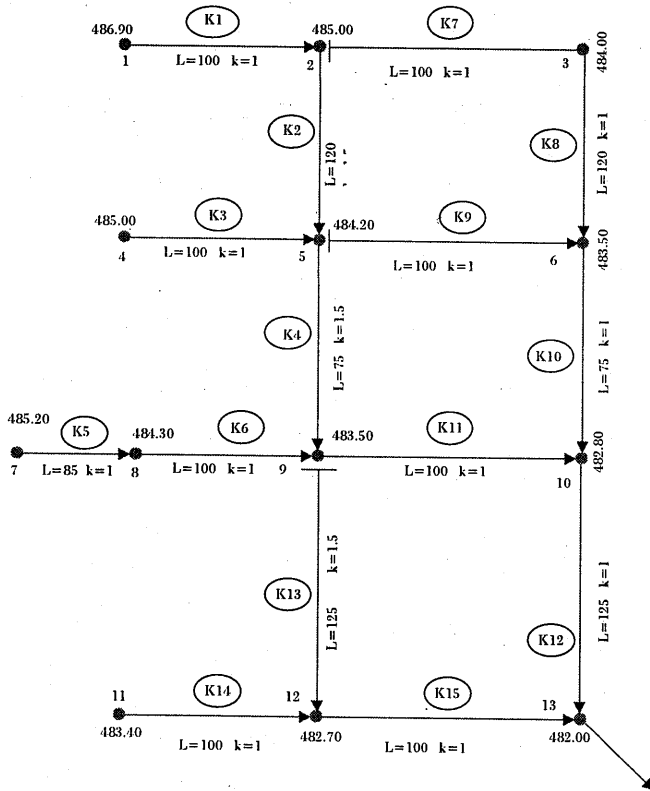
2. "Baca Bitiş No"

3. "Y ölçek"

iletisiyle boykesit çizimi yapılacak mecranın başlangıç ve bitiş baca noları girilir.

ÖRNEK UYGULAMA

Geliştirilen "Kanalpro" programı ile Prof. Dr. Ahmet Samsunlu'nun Su Getirme ve Kanalizasyon Yapılarının Projelendirilmesi adlı kitabındaki örnek ele alınmıştır [5]. Kanalizasyon şebekesinin özellikleri ve kanal akış yönleri Şekil 7. de verilmiştir.



Şekil 7. Örnek Şebeke Planı

Örnek kanalizasyon şebekesine ait programda girilmesi gerekli bilgiler Şekil 3. de Mecra Özellikleri Giriş Sayfasında verilmiştir. Örnek şebekede bölgeye ait iletim debisi "İletim Debisi Hesapla" düğmesi ile 5 lt/s olarak girilmiştir. Kanal pürüzlülük değeri beton borular için 0.14 alınarak hesaplar yapıldığında, kanalizasyon şebeke hesabı çıktıları Tablo 1. de gösterildiği gibi elde edilmiştir. Sonuçlar iller bankası hesap tablosu formatında ekranda ve çıktı dosyasına kaydedilmektedir.

Hesabı yapılan şebekenin kazı ve boru metrajı "Mecra Özellikleri Giriş Sayfası" nda bulunan "Metraj Hesapları" menüsü seçilerek yapılabilir. Ele alınan örneğe ait metraj hesabı Tablo 2 de verilmiştir. Tablodan görüleceği gibi sistemdeki kanal numaraları, ortalama hendek derinlikleri, genişlikleri ve boyları yazılarak herbir kanala ait kazı metrajı hesaplanmakta ayrıca herbir kanala ait seçilen boru çapları verilmektedir. Metraj tablosunda ayrıca toplam kazı hacmi ve seçilen farklı çaplara ait boru boyları da verilmektedir. Programda ayrıca istenilen sokağa ait kanal boykesiti "Kanal Boykesiti" menüsü ile çizdirilebilmektedir. Şekil 8. de ele alınan örneğe ait 7-8 nolu sokağın boykesit çıktısı görülmektedir.

Tablo 1. Örnek Şebekeye Ait Hesap Sonuçları Çıktısı

AYRIK SİSTEM KANALİZASYON ŞEBEKE HESAP TABLOSU

Boru No	Kad.	Kes.	Boru No Başta	Boru No Sonda	Boru Boyu (m)	Su Veren Mecra	Birim Debi (lt/s)	Kanal Debisi (Lt/s)	Uç Debi (Lt/s)
1	1	1	1	2	100	0	0.005917	0.592	0.000
1	1	1.5	2	5	120	1	0.005917	0.710	0.592
1	1	1.5	5	9	75	2-14	0.005917	0.444	1.894
1	1	1	9	10	100	3-10	0.005917	0.592	2.959
1	1	1	10	13	125	8-4	0.005917	0.740	3.995
1	1	1	2	3	100	0	0.005917	0.592	0.000
1	1	1	3	6	120	5	0.005917	0.710	4.735
1	1	1	6	10	75	7-15	0.005917	0.444	6.037
1	1	1	7	8	85	0	0.005917	0.503	0.000
1	1	1	8	9	105	9	0.005917	0.621	0.503
1	1	1.5	9	12	125	0	0.005917	0.740	0.000
1	1	1	11	12	100	0	0.005917	0.592	0.000
1	1	1	12	13	100	11-12	0.005917	0.592	1.332
1	1	1	4	5	100	0	0.005917	0.592	0.000
1	1	1	5	6	100	0	0.005917	0.592	0.000

Tablo 1.Örnek Şebekeye Ait Hesap Sonuçları Çıktısı (Devamı)

Hesap Debisi (Lt/s)	Zemin Kotu Başta	Zemin Kotu Sonda	Mecra İç Üst Möv. Başta	Mecra İç Üst Möv. Sonda	Mecra Taban Kotu Başta	Mecra Taban Kotu Sonda	Mecra Müv. Derinliği Başta
0.592	486.90	485.00	485.39	483.50	485.19	483.30	1.50
1.302	485.00	484.20	483.50	482.70	483.30	482.50	1.50
2.338	484.20	483.80	482.70	482.30	482.50	482.10	1.50
3.555	483.80	482.80	482.30	481.30	482.10	481.10	1.50
4.735	482.80	482.00	481.30	481.50	481.10	480.30	1.50
0.592	485.00	484.00	483.50	482.50	483.30	482.30	1.50
5.445	484.00	483.50	482.50	482.00	482.30	481.80	1.50
6.481	483.50	482.80	482.00	481.30	481.80	481.10	1.50
0.503	485.20	484.30	483.70	482.80	483.50	482.60	1.50
1.124	484.30	483.80	482.80	482.30	482.60	482.10	1.50
0.740	483.80	482.70	482.30	481.20	482.10	481.00	1.50
0.592	483.40	482.70	481.90	481.20	481.70	481.00	1.50
1.924	482.70	482.00	481.20	480.50	481.00	481.30	1.50
0.592	485.00	484.20	483.50	482.70	483.30	482.50	1.50
0.592	484.20	483.50	482.70	482.00	482.50	481.80	1.50

Tablo 1.Örnek Şebekeye Ait Hesap Sonuçları Çıktısı (Devamı)

Mecra Müv. Derin. Sonda	Mecra Kot Farkı	Eğim	Çap (mm)	Doluluk Oranı	%50 İletim (Lt/s)	Hız (m/s)	Su Derin. (cm)	Düşünceler
1.50	1.89	53	200	8.00	22.53	0.30	1.60	Ykm Bac.
1.50	0.80	150	200	15.00	13.39	0.45	3.00	
1.50	0.40	187	200	21.10	11.99	0.55	4.22	
1.50	1.00	100	200	22.20	16.40	0.57	4.44	
1.50	0.80	156	200	28.75	13.13	0.66	5.75	
1.50	1.00	100	200	9.30	16.40	0.34	1.86	Ykm Bac.
1.50	0.50	240	200	34.60	10.59	0.73	6.92	
1.50	0.70	107	200	30.65	15.85	0.69	6.13	
1.50	0.90	94	200	8.50	16.91	0.32	1.70	Ykm Bac.
1.50	0.50	210	200	15.15	11.32	0.45	3.03	
1.50	1.10	114	200	10.70	15.36	0.37	2.14	
1.50	0.70	143	200	10.15	13.71	0.35	2.03	
1.50	0.70	143	200	17.95	13.71	0.50	3.59	
1.50	0.80	125	200	9.85	14.67	0.35	1.97	Ykm Bac.
1.50	0.70	143	200	10.15	13.71	0.35	2.03	

Tablo 2. Örnek Proje Metraj Çıktısı

Metraj Hesap Tablosu					
Kanal No	Ortalama Hendek derinliği (m)	Hendek Geniřlięi (m)	Kanal Boyu (m)	Kazı Metrajı (m ³)	Çap (mm)
1	1.705	0.80	100	136.40	200
2	1.700	0.80	120	163.20	200
3	1.700	0.80	75	102.00	200
4	1.700	0.80	100	136.00	200
5	1.700	0.80	125	170.00	200
6	1.700	0.80	100	136.00	200
7	1.700	0.80	120	163.20	200
8	1.700	0.80	75	102.00	200
9	1.700	0.80	85	115.60	200
10	1.700	0.80	105	142.80	200
11	1.700	0.80	125	170.00	200
12	1.700	0.80	100	136.00	200
13	1.700	0.80	100	136.00	200
14	1.700	0.80	100	136.00	200
15	1.700	0.80	100	136.00	200
Toplam Kazı Hacmi : 2081.20 m ³					
Çap 200 : 1530 m					

Baca No	7	8
Zemin Kotu	485.2	484.3
Mec. İ.Ü.M.K	483.7	482.8
Mec. T. Kotu	483.5	482.6
Mec. Çap(mm)	200	200
Mec. Uz. (m)	85	105
Eğim 1/a	94	210

Şekil 8. 7-8 Nolu Kanalların Boykesit Grafięi

SONUÇ

Modern şehircilik, altyapı hizmetleri tamamlanmış, yerleşim bölgesinin ihtiyacı olan suyu sağlıklı bir şekilde insanlara sunan ve kullanılmış suları da çevreye zarar vermeden yerleşim bölgesinden uzaklaştıran, bu suların arıtma işlemlerini gerçekleştirdikten sonra tekrar doğaya veren tesislerin inşasını zorunlu kılar.

Kanalizasyon hesabında kullanılan İller bankası yöntemi, değişik tabloların kullanılmasını ve iteratif yöntemleri gerektirir. Yatırım maliyetlerinin oldukça yüksek olduğu altyapı uygulamalarında proje, mühendislik açısından uygun ve ekonomik olmak zorundadır.

Geliştirilen "Kanalpro" atıksu kanalizasyon şebekesi programı İller Bankası hesap tablosunu kullanarak veri girişi yapmakta, her bir kanala ait özellikler aynı tabloda hesaplanabilmekte, ayrıca boru ve kazı metrajlarını da yaparak istenen cadde ve sokağın boykesit grafiklerini çizerek gerekli bilgileri verebilmektedir. Kullanımı oldukça kolay olan bu program, İller Bankası proje yapımlarında, altyapı projeleri hazırlayan serbest mühendislere, İnşaat ve Çevre Mühendisliği bölümü öğrencilerinin Atıksu ve Kanalizasyon derslerinde proje çözümlerinde yardımcı olacaktır.

KAYNAKLAR

1. İller Bankası Şehir ve Kasabalara Getirilecek İçme Suyu Projelerinin Hazırlanmasına ait Talimatnamesi
2. İller Bankası Kanalizasyon Talimatnamesi
3. İller Bankası Kanalizasyon Projesi Özel Şartnamesi 1998
4. Muslu Y., Su ve Atık Su Teknolojisi, Bilim Teknik Yayınevi, Baskı, İstanbul, 1994.
5. Samsunlu A., Su Getirme ve Kanalizasyon Yapılarının Projelendirilmesi, Sam -Çevre Teknolojileri Merkezi Yayınları İstanbul-1997.

DOMESTIC SEWAGE SYSYTEM DESIGN BY USING COMPUTER

ABSTRACT

The water that is necessary for public and industrial use becomes waste water after it is being used. It is essential to put these waste water into channel without making environmental pollution and endangering the public health. The system which is used for collecting and carrying away storm and used water is called "sewage system" .

At present, computer technology is widely used in the solution of the problems. Especially, computers are necessary to make economical analysis in a short time, in complex and iterative methods used for designing waste water networks.

The purpose of this study is to calculate waste water collection channels of separate sewage system by a computer program. In this study, Turkey's Province Bank (İller Bankası) specifications are used in the calculation of the hydraulic flow, measurements of excavation and pipe quantity. Flow velocity, water depth and flow filling rate are calculated by using Manning formula in the program. This computer program is written in Delphi Language..