

YILDIZ TEKNİK ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

POLYPROPYLENE RANDOM COPOLYMER
ESASLI SIHHİ TESİSAT BORU SİSTEMLERİNDE
ENERJİ KAYIPLARININ ARAŞTIRILMASI

34773

Mak.Müh.Ertan YOLDAŞ

F.B.E. Makina Mühendisliği Anabilim Dalı Isı-Proses Programında
hazırlanan

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Tez Danışmanı : Y.Doç.Dr.A.İbrahim GENTEZ

T.C. YÜKSEKÖĞRETİM KURULU
DOKÜMANTASYON MERKEZİ

İSTANBUL, 1994

İÇİNDEKİLER :

SEMBOL LİSTESİ	ii
TABLO LİSTESİ	iii
ÖZET	vii
SUMMARY	viii
I. GİRİŞ	1
1.1. Kuramsal İnceleme	2
1.2. Deneysel Çalışma	5
1.2.1. Tablolar	6
SONUÇ DEĞERLENDİRME	42
KAYNAKLAR	44



SEMBOL LİSTESİ :

C_f	= Fanning sayısı
D	= Hidrolik çap, m
g	= Yerçekimi ivmesi, m/sn^2
H_k	= Enerji kaybı
J	= Birim boy enerji kaybı
K_e	= Elemanın yersel enerji kayıp katsayısı
k	= Ortalama pürüzlülük mertebesi, mm
L	= Düz boru uzunluğu, m
$L_{EŞ}$	= Eşdeğer boru uzunluğu, m
p	= Statik basınç, Pa
Q	= Debi, m^3/sn
Re	= Reynolds sayısı
t	= Zaman, sn
V	= Hız, m/sn
W	= Hacim, lt
ϵ	= Boru bağıl pürüzlülüğü
λ	= Enerji (yük) kayıp katsayısı
ν	= Kinematik viskozite, m^2 /sn

TABLO LİSTESİ :

Tablo 1. Düz boru enerji kayıp katsayısı λ 'nın hesaplanan değerleri	5
Tablo 2. Vana($\phi 25$) için K ve eşdeğer boru boyu değerleri	6
Tablo 3. Küresel vana($\phi 25$) için K ve eşdeğer boru boyu değerleri	6
Tablo 4. Rekor($\phi 25$) için K ve eşdeğer boru boyu değerleri	7
Tablo 5. Kavis($\phi 25$) için K ve eşdeğer boru boyu değerleri	7
Tablo 6. Dirsek($\phi 25$) için K ve eşdeğer boru boyu değerleri	8
Tablo 7. Manşon($\phi 25$) için K ve eşdeğer boru boyu değerleri	8
Tablo 8. Redüksiyon($\phi 20 \Rightarrow \phi 25$) için K ve eşdeğer boru boyu değerleri	9
Tablo 9. Redüksiyon($\phi 25 \Rightarrow \phi 32$) için K ve eşdeğer boru boyu değerleri	9
Tablo 10. Redüksiyon($\phi 20 \Rightarrow \phi 32$) için K ve eşdeğer boru boyu değerleri	10
Tablo 11. Redüksiyon($\phi 25 \Rightarrow \phi 20$) için K ve eşdeğer boru boyu değerleri	10
Tablo 12. Redüksiyon($\phi 32 \Rightarrow \phi 25$) için K ve eşdeğer boru boyu değerleri	11
Tablo 13. Redüksiyon($\phi 32 \Rightarrow \phi 20$) için K ve eşdeğer boru boyu değerleri	11
Tablo 14. Nipel(yuvarlak-dış dişli)($\phi 32-1''$)+Nipel(altıköşe)($\phi 32$) için K ve eşdeğer boru boyu değerleri	12
Tablo 15. Nipel(altıköşe-iç dişli)($\phi 32-1''$)+Nipel(yuvarlak)($\phi 32$) için K ve eşdeğer boru boyu değerleri	12
Tablo 16. Nipel(yuvarlak-iç dişli)($\phi 32-1''$) + Nipel (altıköşe)($\phi 32$) için K ve eşdeğer boru boyu değerleri	13
Tablo 17. Dirsek(dış dişli)($\phi 32-1''$)+Nipel(yuvarlak)($\phi 32$) için K ve eşdeğer boru boyu değerleri	13
Tablo 18. Nipel(yuvarlak-iç dişli)($\phi 20-1/2''$)+Dirsek($\phi 20$) için K ve eşdeğer boru boyu değerleri	14
Tablo 19. Dirsek(dış dişli)($\phi 20-1/2''$)+Nipel(yuvarlak)($\phi 20$) için K ve eşdeğer boru boyu değerleri	14

Tablo 20. Nipel(yuvarlak-dış dişli)(ϕ 20-1/2")+Dirsek(ϕ 20) için K ve eşdeğer boru boyu değerleri	15
Tablo 21. Dirsek(iç dişli)(ϕ 20-1/2")+Nipel(yuvarlak)(ϕ 20) için K ve eşdeğer boru boyu değerleri	15
Tablo 22. Nipel(yuvarlak-iç dişli)(ϕ 20-3/4")+Dirsek(ϕ 20) için K ve eşdeğer boru boyu değerleri	16
Tablo 23. Dirsek(dış dişli)(ϕ 20-3/4")+Nipel(yuvarlak)(ϕ 20) için K ve eşdeğer boru boyu değerleri	16
Tablo 24. Nipel(yuvarlak-dış dişli)(ϕ 20-1/2")+Sıvaaltı Batarya B. (ϕ 20) için K ve eşdeğer boru boyu değerleri	17
Tablo 25. Sıvaaltı Batarya B.(ϕ 20-1/2")+Nipel(yuvarlak)(ϕ 20) için K ve eşdeğer boru boyu değerleri	17
Tablo 26. NİPEL(yuvarlak-iç dişli)(ϕ 25-1/2")+DİRSEK(ϕ 25) için K ve eşdeğer boru boyu değerleri	18
Tablo 27. Dirsek(dış dişli)(ϕ 25-1/2")+Nipel(yuvarlak)(ϕ 25) için K ve eşdeğer boru boyu değerleri	18
Tablo 28. NİPEL(yuvarlak-dış dişli)(ϕ 25-1/2")+DİRSEK(ϕ 25) için K ve eşdeğer boru boyu değerleri	19
Tablo 29. Dirsek(iç dişli)(ϕ 25-1/2")+Nipel(yuvarlak)(ϕ 25) için K ve eşdeğer boru boyu değerleri	19
Tablo 30. NİPEL(yuvarlak-iç dişli)(ϕ 25-3/4")+DİRSEK(ϕ 25) için K ve eşdeğer boru boyu değerleri	20
Tablo 31. Dirsek(dış dişli)(ϕ 25-3/4")+Nipel(yuvarlak)(ϕ 25) için K ve eşdeğer boru boyu değerleri	20
Tablo 32. Nipel(yuvarlak-dış dişli)(ϕ 32-1")+Nipel(altıköşe)(ϕ 20) için K ve eşdeğer boru boyu değerleri	21

Tablo 33. Nipel(altıköşe-iç dişli)($\phi 20-1''$)+Nipel(yuvarlak)($\phi 32$) için K ve eşdeğer boru boyu değerleri	21
Tablo 34. Nipel(yuvarlak-dış dişli)($\phi 32-1''$)+Nipel(altıköşe)($\phi 25$) için K ve eşdeğer boru boyu değerleri	22
Tablo 35. Nipel(altıköşe-iç dişli)($\phi 25-1''$)+Nipel(yuvarlak)($\phi 32$) için K ve eşdeğer boru boyu değerleri	22
Tablo 36. Nipel(yuvarlak-iç dişli)($\phi 25-3/4''$)+Nipel(altıköşe)($\phi 20$) için K ve eşdeğer boru boyu değerleri	23
Tablo 37. Nipel(altıköşe-dış dişli)($\phi 20-3/4''$)+Nipel(yuvarlak)($\phi 25$) için K ve eşdeğer boru boyu değerleri	23
Tablo 38. Nipel(yuvarlak-iç dişli)($\phi 25-3/4''$)+Dirsek($\phi 32$) için K ve eşdeğer boru boyu değerleri	24
Tablo 39. Dirsek(dış dişli)($\phi 32-3/4''$)+Nipel(yuvarlak)($\phi 25$) için K ve eşdeğer boru boyu değerleri	24
Tablo 40. Nipel(yuvarlak-dış dişli)($\phi 25-3/4''$)+Dirsek($\phi 32$) için K ve eşdeğer boru boyu değerleri	25
Tablo 41. Dirsek(iç dişli)($\phi 32-3/4''$)+Nipel(yuvarlak)($\phi 25$) için K ve eşdeğer boru boyu değerleri	25
Tablo 42. Ayrılma durumunda, TE (iç dişli)($\phi 20-1/2''-\phi 20$)+Nipel($\phi 20$) için K ve eşdeğer boru boyu değerleri	26
Tablo 43. Birleşme durumunda, TE (iç dişli)($\phi 20-1/2''-\phi 20$)+Nipel($\phi 20$) için K ve eşdeğer boru boyu değerleri	26
Tablo 44. Ayrılma durumunda, TE (iç dişli)($\phi 20-3/4''-\phi 20$)+Nipel($\phi 25$) için K ve eşdeğer boru boyu değerleri	27
Tablo 45. Birleşme durumunda, TE (iç dişli)($\phi 20-3/4''-\phi 20$)+Nipel($\phi 25$) için K ve eşdeğer boru boyu değerleri	27

Tablo 46. Ayrılma durumunda, TE (dış dişli)($\phi 20-1/2''-\phi 20$)+Nipel($\phi 20$) için K ve eşdeğer boru boyu değerleri	29
Tablo 47. Birleşme durumunda, TE (dış dişli)($\phi 20-1/2''-\phi 20$)+Nipel($\phi 20$) için K ve eşdeğer boru boyu değerleri	29
Tablo 48. Ayrılma durumunda, TE (iç dişli)($\phi 25-1/2''-\phi 25$)+Nipel($\phi 25$) için K ve eşdeğer boru boyu değerleri	30
Tablo 49. Birleşme durumunda, TE (iç dişli)($\phi 25-3/4''-\phi 25$)+Nipel($\phi 25$) için K ve eşdeğer boru boyu değerleri	30
Tablo 50. Birleşme durumunda, TE(İNEGAL)($\phi 32-20-32$) için K ve eşdeğer boru boyu değerleri	31
Tablo 51. Ayrılma durumunda, TE(İNEGAL)($\phi 32-20-32$) için K ve eşdeğer boru boyu değerleri	31
Tablo 52. Birleşme durumunda, TE(İNEGAL)($\phi 32-25-32$) için K ve eşdeğer boru boyu değerleri	32
Tablo 53. Ayrılma durumunda, TE(İNEGAL)($\phi 32-25-32$) için K ve eşdeğer boru boyu değerleri	32
Tablo 54. Birleşme durumunda, TE($\phi 25-25-25$) için K ve eşdeğer boru boyu değerleri	33
Tablo 55. Ayrılma durumunda, TE($\phi 25-25-25$) için K ve eşdeğer boru boyu değerleri	33
Tablo 56. Örnek devre tasarımı hesaplamaları	34
Tablo 57. Örnek devre tasarımı hesaplamaları	35
Tablo 58. Örnek devre tasarımı hesaplamaları	36
Tablo 59. Örnek devre tasarımı hesaplamaları	37
Tablo 60. Örnek devre tasarımı hesaplamaları	38
Tablo 61. Örnek devre tasarımı hesaplamaları	39
Tablo 62. Örnek devre tasarımı hesaplamaları	40
Tablo 63. Örnek devre tasarımı hesaplamaları	41

ÖZET:

Günümüzde, teknolojik gelişmenin paralelinde enerji üretimi kadar tüketimi de büyük ilgi ve öneme haizdir. Bu nedenle, Tesisat Mühendisliğinde, sistemde kullanılacak elemanların seçimi gelişigüzel değerlendirilecek bir konu değildir.

Bu çalışmada, kullanımı gün geçtikçe yaygın hale gelen copolymer bir malzeme olan polypropylene esaslı boru ve fittinglerde meydana gelen enerji kayıpları deneysel olarak araştırma konusu yapılmıştır.

Yapılan deneysel çalışma sonucunda, piyasada mevcut ve test edebilme imkanı bulabildiğimiz düz boru, vana ve fittingler (dirsek, nipel, manşon, rekor, kavis, redüksiyon ve TE geçiş elemanları) için akım yönü de dikkate alınarak; belirlenen basınç düşüleri yardımıyla kayıp katsayıları hesaplanmıştır. Ayrıca, herbir mevcut vana ve fitting elemanı için çıkış kesiti gözönüne alınmak suretiyle eşdeğer boru boyları belirlenmiş ve hesaplanan tüm değerler tablolar halinde sunulmuştur.

SUMMARY:

Nowadays, the parallel of technological development, energy using has as much interest and importance as energy producing. That's why, in the Installation Engineering, the selection of armatures that will be used in the foundation must not be evaluated superficially.

In this study, the energy losses caused by pipes and fittings, made of polypropylene, whose material is copolymer, and whose using has become very common day by day, have been done the lesson of researching as experimentally.

As a result of the experimental searching that has been done, the loss coefficients have been calculated by using obtained pressure differential, and by taking into consideration of the flow direction, for pipes, valves and fittings (elbow, curve, muff, reduction and "T" crossing armatures...etc.) which, have been come across in the market and, were had the possibility of testing. In addition that, the equal pipe lengths of each valve and fitting have been found out by using the velocity in the end of the armature and all values have been offered as tables.

1. GİRİŞ:

Bilindiği gibi, paslanabilen malzemeden mamul borulardan akışta , malzeme yüzey pürüzlülük mertebesinin artması basınç düşüşünü arttıracaktır.Bu nedenle, hidrolik pürüzsüz malzemeden mamul borular enerji kaybı bakımından daha avantajlıdır.Dolayısıyla, bugün yüzey pürüzlülüğüne haiz ve paslanabilen malzemeden mamul boruların kullanım alanlarının çakıştığı uygulamalarda kullanılabilen plastik esaslı malzemeden mamul ve piyasada kalitelerini (ki; henüz Türk Standardı tesis edilmemiştir.) daha ziyade renkleri ile özetleyen borularda yüzey pürüzlülüğünün yok denecek kadar az olması, enerji kaybı bakımından bu tür boruların önemini arttırmakta ve bu boruları ilgi çekici kılmaktadır.Ancak, tesiste bu tür bir borunun kullanılması arzu ediliyor ise, sistemde kullanılacak ve yersel (lokal) enerji kaybına neden olacak tüm elemanların (vana, süzgeç, fittingler) enerji kayıp katsayılarının da biliniyor olması gerekir.Zira, akışkan ortam naklinin sözkonusu olduğu bir sistemin proje aşamasındaki hesaplamalarında, enerji kayıplarının doğru olarak belirlenmesi oldukça büyük bir önem taşır.Bu nedenle, tesiste kullanılacak söz konusu elemanların kayıp katsayıları, konu ile ilgili yabancı kaynaklardan alınmış değerler olmayıp, imalatçısı firma tarafından yapılan (veya yaptırılan) deneysel araştırmalar sonucu belirlenmiş ve kullanıcıya sunulmuş güvenilir değerler olmalıdır.

Yukarıda belirtilen amaca uygun olarak, teknik ve fizyolojik özellikleri imalatçı firma kataloğunda belirtilmiş, kısaca PP-RC TİP-3 olarak tanımlanan polypropylene esaslı boru ile test edebilme imkanı bulabildiğimiz vana ve fittinglerde enerji kayıplarının araştırılması konu edilmiştir.

1.1. KURAMSAL İNCELEME:

Akışkan ortam naklinin söz konusu olduğu bir sistemde meydana gelebilecek enerji kayıpları, düz boru (sürekli veya üniversal) enerji kaybı ve yersel (lokal) enerji kayıpları olarak genelde iki kısımda yorumlanır.

Düz Boru Enerji Kaybı:

L uzunluğunda ve D hidrolik çapında düz bir boru içerisinde tam gelişmiş akış eyleminde, akışkan ortamın birim ağırlığı için düz boru enerji kaybı,

$$H_k = \frac{\lambda L V^2}{D 2g} \quad (1)$$

formunda ifade edilir. Burada; λ : sözkonusu boru için enerji (yük) kayıp katsayısı olup Darcy tarafından tanımlanmış boyutsuz bir büyüklüktür. Fanning tarafından önerilen C_f sayısı ile aralarındaki ilişki $\lambda = 4.C_f$ 'dir. Türbülanslı rejimde akışın Reynolds sayısı ($Re = V.D/\nu$) ve borunun bağıl pürüzlülük mertebesi ($\epsilon = k/D$) ile değişim arzeden λ , $\lambda = f(Re, \epsilon)$ olup (1) no'lu bağıntıdan,

$$\lambda = \frac{2gH_k D}{LV^2} \quad (2)$$

olarak yazılır.

Yersel Enerji Kaybı:

Bu türden bir enerji kaybı; kayıp doğuran elemanın adı ile anılan boyutsuz bir katsayı yardımı ile akışkan ortamın birim ağırlığı için:

$$H_k = K_e \frac{V^2}{2g} \quad (3)$$

formunda ifade edilir. Burada, K_e : enerji kaybına neden olan elemanın kayıp katsayısı, V: kayıp doğuran elemanın çıkış kesitinde akımın ortalama hızı, g: yer çekimi ivmesi olup, H_k : enerji kaybıdır.

Şekil.1'de görüldüğü gibi, yatay düzenlenmiş bir elemandan sıvı türden γ özgül ağırlığındaki akışkanın geçmesi durumunda ; elemanın giriş(1) ve çıkış(2) akış kesitlerinin farklı olması halinde, genelleştirilmiş Bernouilli denklemi ifadesinden:

$$H_k = \frac{v_1^2 - v_2^2}{2g} + \frac{p_1 - p_2}{\gamma} \quad (4)$$

elde edilir. Statik basınçların farkı, $p_1 - p_2 = \Delta p$ basınç düşüşü olup;

$$\Delta p = p_1 - p_2 = \Delta h \cdot \gamma \quad (5)$$

olur. Süreklilik denklemi gereğince, akımın debisi;

$$Q = \frac{\pi D^2}{4} V \quad (6)$$

olduğundan, herhangi bir yersel enerji kaybı doğuran eleman için kayıp katsayısını veren ifade,

$$K_e = \frac{\pi^2 g \Delta h D_2^4}{8Q^2} + \frac{D_2^4}{D_1^4} - 1 \quad (7)$$

olarak yazılır. Burada Q; akımın debisini, D_1 ve D_2 ; giriş ve çıkış kesitlerinin hidrolik çap değerlerini ve Δh ise ; sözkonusu elemanın girişi ve çıkışındaki statik basınç prizlerinde oluşan seviye farkını ifade etmektedir.

Eğer elemanın giriş ve çıkış akış kesitleri aynı, yani $D_1 = D_2 = D$ ise; yersel enerji kayıp katsayısını veren ifade,

$$K_e = \frac{\pi^2 g \Delta h D^4}{8Q^2} \quad (8)$$

şeklinde yazılabilir.

Eşdeğer boy:

Sihhi tesisat boru sistemlerinde kullanılan her türlü vana ve fittinglerin yersel enerji kayıp katsayılarının, elemanın çıkış çapı gözönüne alınmak suretiyle hesaplanan boru boyu cinsinden değerleridir. Bu değerler, herhangi bir vana veya fitting elemanı ile , sözkonusu akışkan debisinde aynı enerji kaybını verecek ve çapı, elemanın çıkış kesiti dikkate alınarak belirlenmiş boru boyları olarak herbir eleman için ayrı ayrı hesaplanmıştır. Bu hesaplamalarda, eşdeğer boru verilecek borunun λ değeri, $Re=4789,06$ için $\lambda=0,03798$ olarak alınmış ve sözkonusu boru çapı için Re ifadesinden yararlanılarak hız değeri;

$$V = \frac{Re \times v}{D} \quad (9)$$

olarak bulunmuştur. Burada; v , kinematik viskozite olup, 20 C'deki su için, $v=1 \times 10^{-6} \text{ m}^2/\text{sn}$ alınmıştır. L uzunluğunda ve D hidrolik çapında düz bir boru için düz boru enerji kaybı (1) nolu ifadede verilmiş idi. Birim boy başına meydana gelecek enerji kaybı ise;

$$J = \frac{\lambda}{D} \frac{V^2}{2g} \quad (10)$$

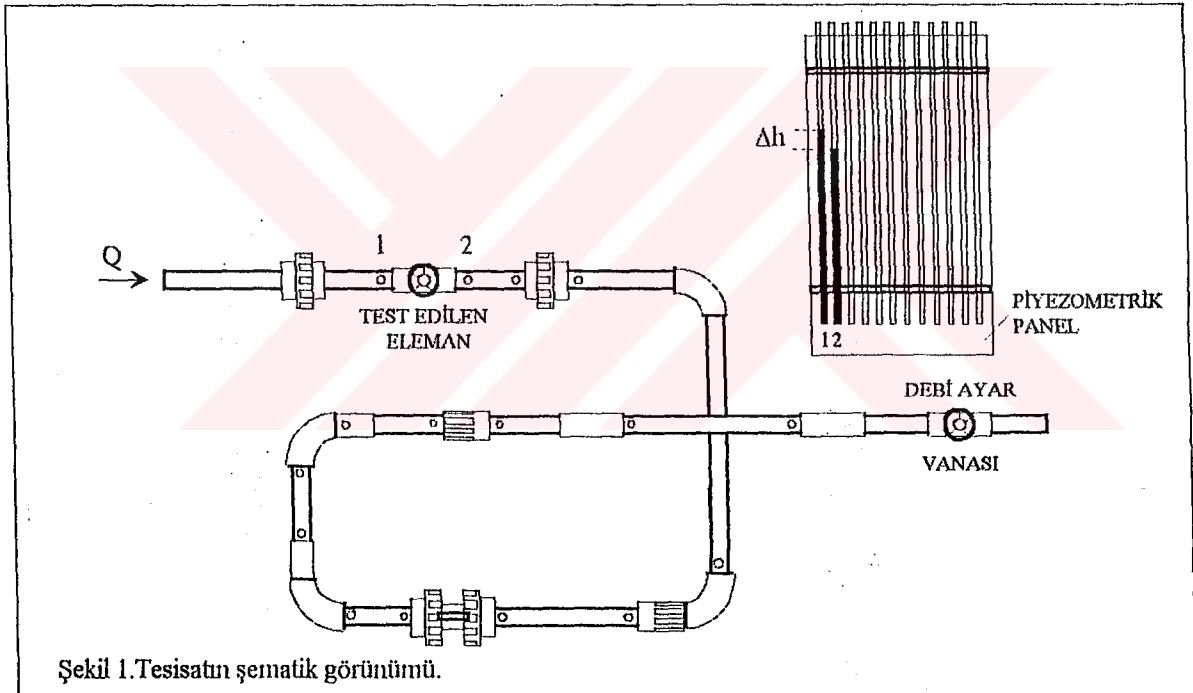
olarak yazılabilir. Herhangi bir elemanda meydana gelen toplam enerji kaybı ifadesi akışkanın birim ağırlığı başına ve yersel enerji kayıp katsayısı cinsinden (3) nolu bağıntıdan hatırlanmak suretiyle, (10) nolu bağıntı ile oranlandığında;

$$\frac{H_K}{J} = L_{esdeğer} = \frac{K \times D}{\lambda} \quad (11)$$

eşdeğer boru boyu değeri bulunabilir. Burada; K : eşdeğer boru boyu değeri cinsinden ifade edilmek istenen elemanın yersel enerji kayıp katsayısı, λ : düz boru için yük kayıp katsayısı ve D : boru çapı değerini vermektedir.

1.2. DENEYSEL ÇALIŞMA:

Deney setinin şeması Şekil.1'de gösterilmiştir. Sistem bir pompa tarafından beslenmekte ve kapalı devre olarak çalışmaktadır. Teste tabi tutulan elemanlar, yatay düzlemde sisteme monte edilmekte ve kayıp doğuran elemanın giriş ve çıkışı arasında meydana gelecek statik basınç farkı piyezometrik panelde okunan seviyeler yardımıyla tespit edilmektedir. Deney esnasında sistemin debisi tesisat çıkışına yerleştirilen bir vana ile ayarlanmakta ve sistemden geçen akışkan miktarının değeri tartı mekanizmasıyla $W= 1.0, 1.83$ ve 7.5 (kg kütle veya) litre hacmindeki suyun birikmesi için geçen zaman Δt (s), kronometreden okunarak; $Q=(W/\Delta t).10^{-3}$ 'den m^3/s olarak hesaplanmaktadır.



17°C 'de su ile gerçekleştirilen dencysel çalışmada ; boru malzemesi yüzey pürüzlülük mertebesi MITUTOYO SURFTEST -III cihazı ile $k= 0,4.10^{-3}$ mm olarak belirlenen $\phi 25$ 'lik boruda, bağıl (izafi) pürüzlülük mertebesi $\epsilon=2,395.10^{-5}$ olmaktadır. Bu durumda; sabit bir ϵ değerine haiz düz bir boruda $H_k=\Delta p/\gamma$ olup, farklı akış debilerinde $L= 310$ mm 'lik boru

uzunluğu için ölçülen değerler yardımıyla (1) no'lu bağıntıdan hesaplanan λ değerleri Tablo.1'de özetlenmiştir.

Yersel enerji kaybına neden olan elemanların K kayıp katsayısı değerleri ise; test edebilme imkanı bulabildiğimiz elemanlar için kuramsal inceleme kısmında verilen (7) veya (8) no'lu bağıntılarda $g=9.81 \text{ m/s}^2$, $\gamma=1 \text{ kp/lt}$ ve hidrolik çap değerleri ölçülen gerçek değerler ($\phi 20$ için 13.4mm, $\phi 25$ için 16.7mm, $\phi 32$ için 21mm...) kullanılarak yapılan en az 5 ölçümden uygun görülen 3 tanesi gözönüne alınmak suretiyle elde edilen ölçüm değerleri yardımıyla ilgili bağıntıdan hesaplanarak Tablo.2,.3,.4,.....,54 ve .55'de özetlenmiş ve herbir elemana ait ortalama kayıp katsayısı değeri belirlenmiştir. Ayrıca, test edebilme imkanı bulunabilen herbir eleman için eşdeğer boru uzunlukları sözkonusu akışkan debileri için (9),(10) ve (11) nolu bağıntılardan çıkarılarak, bu tablolara eklenmiştir.

1.2.1. TABLOLAR:

Tablo 1.

<i>Düz boru enerji kayıp katsayısı λ 'nın hesaplanan değerleri</i>			
ΔH (mmH ₂ O)	W (lt)	Δt (sn)	λ
4.0	1.0	12,72	0,0328
4.0	1.0	13,13	0,0349
3.0	1.0	15,92	0,0385
4.0	1.0	12,97	0,0341

Tablo 2.

<i>VANA, (φ25), (tam açık konumda)</i>				
ΔH (mmH ₂ O)	W (lt)	Δt (sn)	K	L(EŞDEĞER) (φ25)(m)
130,0	1,0	14,28	24,954	10,972
100,0	1,0	16,56	25,815	11,351
101,0	1,0	16,75	26,675	11,729
ORTALAMA DEĞERLER			25,815	11,351

Tablo 3.

<i>KÜRESEL VANA, (φ25), (tam açık konumda)</i>				
ΔH (mmH ₂ O)	W (lt)	Δt (sn)	K	L(EŞDEĞER) (φ25)(m)
6,0	1,0	12,93	0,944	0,415
4,0	1,0	16,56	1,033	0,454
4,0	1,0	16,75	1,056	0,464
ORTALAMA DEĞERLER			1,011	0,444

Tablo 4.

REKOR, ($\phi 25$)				
ΔH (mmH_2O)	W (lt)	Δt (sn)	K	L(EŞDEĞER) ($\phi 25$)(m)
0,5	1,0	14,89	0,104	0,046
0,5	1,0	16,56	0,129	0,057
0,5	1,0	17,06	0,137	0,060
ORTALAMA DEĞERLER			0,123	0,054

Tablo 5.

KAVIS, ($\phi 25$)				
ΔH (mmH_2O)	W (lt)	Δt (sn)	K	L(EŞDEĞER) ($\phi 25$)(m)
11,0	1,0	12,93	1,731	0,076
10,0	1,0	12,93	1,574	0,069
9,0	1,0	13,53	1,551	0,068
ORTALAMA DEĞERLER			1,619	0,071

Tablo 6.

DİRSEK, ($\phi 25$), (90°)				
ΔH (mmH ₂ O)	W (lt)	Δt (sn)	K	L _(EŞDEĞER) ($\phi 25$)(m)
8,0	1,0	16,75	2,113	0,929
10,0	1,0	14,89	2,087	0,918
14,0	1,0	12,75	2,142	0,942
ORTALAMA DEĞERLER			2,114	0,930

Tablo 7.

MANŞON, ($\phi 25$)				
ΔH (mmH ₂ O)	W (lt)	Δt (sn)	K	L _(EŞDEĞER) ($\phi 25$)(m)
8,0	7,5	72,72	0,708	0,311
10,0	7,5	56,00	0,525	0,231
18,0	7,5	45,25	0,617	0,271
ORTALAMA DEĞERLER			0,617	0,271

Tablo 8.

REDÜKSİYON, ($\phi 20-\phi 25$), (genişleme elemanı)				
ΔH (mmH ₂ O)	W (lt)	Δt (sn)	K	L(EŞDEĞER) ($\phi 32$)(m)
4,0	7,5	89,00	1,943	1,074
10,0	7,5	60,93	2,034	1,125
13,0	7,5	51,66	1,993	1,102
ORTALAMA DEĞERLER			1,990	1,100

Tablo 9.

REDÜKSİYON, ($\phi 25-\phi 32$), (genişleme elemanı)				
ΔH (mmH ₂ O)	W (lt)	Δt (sn)	K	L(EŞDEĞER) ($\phi 32$)(m)
3,0	7,5	83,00	2,365	1,308
6,0	7,5	42,75	1,959	1,083
11,0	7,5	55,70	2,928	1,619
ORTALAMA DEĞERLER			2,418	1,337

Tablo 10.

REDÜKSİYON, ($\phi 20-\phi 32$), (genişleme elemanı)				
ΔH (mmH ₂ O)	W (lt)	Δt (sn)	K	L(EŞDEĞER) ($\phi 32$)(m)
95,0	7,5	43,15	12,433	6,875
70,0	7,5	51,28	12,734	7,041
37,0	7,5	71,84	13,022	7,200
ORTALAMA DEĞERLER			12,730	7,039

Tablo 11.

REDÜKSİYON, ($\phi 25-\phi 20$), (daralma elemanı)				
ΔH (mmH ₂ O)	W (lt)	Δt (sn)	K	L(EŞDEĞER) ($\phi 20$)(m)
23,0	7,5	90,81	0,730	0,258
56,0	7,5	59,37	0,784	0,277
97,0	7,5	46,81	0,889	0,314
ORTALAMA DEĞERLER			0,801	0,283

Tablo 12.

REDÜKSİYON, (φ32-φ25), (daralma elemanı)				
ΔH (mmH ₂ O)	W (lt)	Δt (sn)	K	L(EŞDEĞER) (φ25)(m)
23,0	7,5	43,15	0,117	0,051
10,0	7,5	71,84	0,264	0,116
20,0	7,5	51,28	0,280	0,123
ORTALAMA DEĞERLER			0,220	0,097

Tablo 13.

REDÜKSİYON, (φ32-φ20), (daralma elemanı)				
ΔH (mmH ₂ O)	W (lt)	Δt (sn)	K	L(EŞDEĞER) (φ20)(m)
170,0	7,5	42,75	1,321	0,466
104,0	7,5	55,70	1,404	0,495
48,0	7,5	83,00	1,460	0,515
ORTALAMA DEĞERLER			1,395	0,492

Tablo 14.

NİPEL (yuvarlak-dış dişli)(ϕ32-1") + NİPEL (altıköşe)(ϕ32)				
ΔH (mmH ₂ O)	W (lt)	Δt (sn)	K	L(EŞDEĞER) (ϕ 32)(m)
2,0	7,5	71,84	0,432	0,412
5,0	7,5	51,28	0,550	1,029
8,0	7,5	43,15	0,623	1,646
ORTALAMA DEĞERLER			0,535	1,029

Tablo 15.

NİPEL (altıköşe-iç dişli)(ϕ32-1") + NİPEL (yuvarlak)(ϕ32)				
ΔH (mmH ₂ O)	W (lt)	Δt (sn)	K	L(EŞDEĞER) (ϕ 32)(m)
4,0	7,5	42,75	0,306	0,823
3,0	7,5	55,70	0,389	0,617
2,0	7,5	83,00	0,577	0,412
ORTALAMA DEĞERLER			0,424	0,617

Tablo 16.

NİPEL (yuvarlak-iç dişli)($\phi 32-1''$)+NİPEL (altköşe)($\phi 32$)				
ΔH (mmH ₂ O)	W (lt)	Δt (sn)	K	L(EŞDEĞER) ($\phi 32$)(m)
5,0	7,5	71,84	1,080	1,029
10,0	7,5	51,28	1,100	2,058
15,0	7,5	43,15	1,169	3,087
ORTALAMA DEĞERLER			1,116	2,058

Tablo 17.

DİRSEK (dış dişli)($\phi 32-1''$)+NİPEL (yuvarlak)($\phi 32$)				
ΔH (mmH ₂ O)	W (lt)	Δt (sn)	K	L(EŞDEĞER) ($\phi 32$)(m)
5,0	7,5	83,00	1,441	1,029
19,0	7,5	42,75	1,453	3,910
12,0	7,5	55,70	1,558	2,469
ORTALAMA DEĞERLER			1,484	2,469

Tablo 18.

<i>NİPEL (yuvarlak-iç dişli)(ϕ20-1/2")+DİRSEK(ϕ20)</i>				
ΔH (mmH ₂ O)	W (lt)	Δt (sn)	K	L(EŞDEĞER) (ϕ 20)(m)
30,0	1,83	29,50	3,042	1,604
70,0	1,83	20,06	3,282	3,742
15,0	1,83	46,63	3,800	0,802
ORTALAMA DEĞERLER			3,375	2,049

Tablo 19.

<i>DİRSEK (dış dişli)(ϕ20-1/2")+NİPEL (yuvarlak)(ϕ20)</i>				
ΔH (mmH ₂ O)	W (lt)	Δt (sn)	K	L(EŞDEĞER) (ϕ 32)(m)
75,0	1,83	18,37	2,949	4,010
45,0	1,83	23,88	2,990	2,406
12,0	1,83	47,07	3,098	0,642
ORTALAMA DEĞERLER			3,012	2,352

Tablo 20.

<i>NİPEL (yuvarlak-dış dişli)(ϕ20-1/2")+DİRSEK(ϕ20)</i>				
ΔH	W	Δt	K	L(EŞDEĞER)
(mmH ₂ O)	(lt)	(sn)		(ϕ 20)(m)
38,0	1,83	25,72	2,929	2,032
70,0	1,83	19,34	3,051	3,742
13,0	1,83	45,28	3,106	0,695
ORTALAMA DEĞERLER			3,028	2,156

Tablo 21.

<i>DİRSEK (iç dişli)(ϕ20-1/2")+NİPEL (yuvarlak)(ϕ20)</i>				
ΔH	W	Δt	K	L(EŞDEĞER)
(mmH ₂ O)	(lt)	(sn)		(ϕ 20)(m)
55,0	1,83	18,44	2,179	2,940
15,0	1,83	38,18	2,548	0,802
38,0	1,83	24,56	2,671	2,032
ORTALAMA DEĞERLER			2,466	1,925

Tablo 22.

<i>NİPEL (yuvarlak-iç dişli) (φ20-3/4") + DİRSEK (φ20)</i>				
ΔH (mmH ₂ O)	W (lt)	Δt (sn)	K	L(EŞDEĞER) (φ20)(m)
45,0	1,83	18,37	1,769	2,406
7,0	1,83	47,07	1,807	0,374
30,0	1,83	23,88	1,993	1,604
ORTALAMA DEĞERLER			1,857	1,461

Tablo 23.

<i>DİRSEK (dış dişli) (φ20-3/4") + NİPEL (yuvarlak) (φ20)</i>				
ΔH (mmH ₂ O)	W (lt)	Δt (sn)	K	L(EŞDEĞER) (φ20)(m)
42,0	1,83	19,18	1,800	2,245
29,0	1,83	23,34	1,841	1,550
15,0	1,83	35,40	2,190	0,802
ORTALAMA DEĞERLER			1,944	1,532

Tablo 24.

<i>NİPEL (yuvarlak-dış dişli)(ϕ20-1/2")+SIVAALTI BATARYA BAĞLANTISI(ϕ20)</i>				
ΔH (mmH ₂ O)	W (lt)	Δt (sn)	K	L(EŞDEĞER) (ϕ 20)(m)
45,0	1,83	25,03	3,285	2,406
15,0	1,83	43,47	3,303	0,802
80,0	1,83	19,22	3,443	4,277
ORTALAMA DEĞERLER			3,344	2,495

Tablo 25.

<i>SIVAALTI BATARYA BAĞLANTISI(ϕ20-1/2")+NİPEL (yuvarlak)(ϕ20)</i>				
ΔH (mmH ₂ O)	W (lt)	Δt (sn)	K	L(EŞDEĞER) (ϕ 20)(m)
33,0	1,83	29,50	3,346	1,764
75,0	1,83	20,06	3,517	4,010
14,0	1,83	46,63	3,547	0,748
ORTALAMA DEĞERLER			3,470	2,174

Tablo 26.

<i>NİPEL (yuvarlak-iç dişli) (φ25-1/2") + DİRSEK (φ25)</i>				
ΔH (mmH ₂ O)	W (lt)	Δt (sn)	K	L(EŞDEĞER) (φ25)(m)
175,0	1,83	10,25	5,168	2,272
140,0	1,83	11,75	5,433	2,389
100,0	1,83	14,60	5,992	2,635
ORTALAMA DEĞERLER			5,531	2,432

Tablo 27.

<i>DİRSEK (dış dişli) (φ25-1/2") + NİPEL (yuvarlak) (φ25)</i>				
ΔH (mmH ₂ O)	W (lt)	Δt (sn)	K	L(EŞDEĞER) (φ25)(m)
180,0	1,83	11,44	6,622	2,912
130,0	1,83	13,65	6,809	2,994
230,0	1,83	10,34	6,912	3,040
ORTALAMA DEĞERLER			6,781	2,982

Tablo 28.

<i>NİPEL (yuvarlak-dış dişli)($\phi 25-1/2''$)+DİRSEK($\phi 25$)</i>				
ΔH	W	Δt	K	L(EŞDEĞER)
(mmH ₂ O)	(lt)	(sn)		($\phi 25$)(m)
70,0	1,83	12,44	3,045	1,339
105,0	1,83	10,31	3,137	1,379
30,0	1,83	19,75	3,289	1,446
ORTALAMA DEĞERLER			3,157	1,388

Tablo 29.

<i>DİRSEK (iç dişli)($\phi 25-1/2''$)+NİPEL (yuvarlak)($\phi 25$)</i>				
ΔH	W	Δt	K	L(EŞDEĞER)
(mmH ₂ O)	(lt)	(sn)		($\phi 25$)(m)
40,0	1,83	18,59	3,886	1,709
80,0	1,83	13,50	4,098	1,802
120,0	1,83	11,28	4,292	1,887
ORTALAMA DEĞERLER			4,092	1,799

Tablo 30.

NİPEL (yuvarlak-iç dişli) (φ25-3/4") + DİRSEK (φ25)				
ΔH (mmH ₂ O)	W (lt)	Δt (sn)	K	L(EŞDEĞER) (φ25)(m)
90,0	1,83	10,25	2,658	1,169
75,0	1,83	11,75	2,911	1,280
50,0	1,83	14,60	2,996	1,317
ORTALAMA DEĞERLER			2,855	1,255

Tablo 31.

DİRSEK (dış dişli) (φ25-3/4") + NİPEL (yuvarlak) (φ25)				
ΔH (mmH ₂ O)	W (lt)	Δt (sn)	K	L(EŞDEĞER) (φ25)(m)
100,0	1,83	10,34	3,005	1,321
85,0	1,83	11,44	3,127	1,375
60,0	1,83	13,65	3,142	1,382
ORTALAMA DEĞERLER			3,092	1,359

Tablo 32.

NİPEL (yuvarlak-dış dişli)(ϕ32-1") + NİPEL (altıköşe)(ϕ20)				
ΔH (mmH ₂ O)	W (lt)	Δt (sn)	K	L(İŞDEĞER) (ϕ 20)(m)
75,0	7,5	51,66	0,554	1,601
26,0	7,5	89,00	0,594	0,578
58,0	7,5	60,93	0,659	1,369
ORTALAMA DEĞERLER			0,603	1,183

Tablo 33.

NİPEL (altıköşe-iç dişli)(ϕ20-1") + NİPEL (yuvarlak)(ϕ32)				
ΔH (mmH ₂ O)	W (lt)	Δt (sn)	K	L(İŞDEĞER) (ϕ 32)(m)
1,0	7,5	90,81	5,377	3,207
3,0	7,5	46,81	5,307	11,911
2,0	7,5	59,37	5,327	7,432
ORTALAMA DEĞERLER			5,337	7,516

Tablo 34.

<i>NİPEL (yuvarlak-dış dişli)(φ32-1") + NİPEL (altköşe)(φ25)</i>				
ΔH (mmH ₂ O)	W (lt)	Δt (sn)	K	L(EŞDEĞER) (φ25)(m)
85,0	7,5	42,16	1,928	0,848
65,0	7,5	48,88	1,999	0,879
30,0	7,5	72,72	2,055	0,904
ORTALAMA DEĞERLER			1,994	0,877

Tablo 35.

<i>NİPEL (altköşe-iç dişli)(φ25-1") + NİPEL (yuvarlak)(φ32)</i>				
ΔH (mmH ₂ O)	W (lt)	Δt (sn)	K	L(EŞDEĞER) (φ32)(m)
15,0	7,5	83,16	5,841	3,230
34,0	7,5	56,00	5,962	3,297
53,0	7,5	45,25	6,041	3,340
ORTALAMA DEĞERLER			5,948	3,289

Tablo 36.

NİPEL (yuvarlak-iç dişli) ($\phi 25-3/4''$)+NİPEL(altıköşe) ($\phi 20$)				
ΔH (mmH ₂ O)	W (lt)	Δt (sn)	K	L(EŞDEĞER) ($\phi 25$)(m)
95,0	7,5	43,15	0,642	0,226
69,0	7,5	51,28	0,673	0,238
45,0	7,5	71,84	1,026	0,362
ORTALAMA DEĞERLER			0,780	0,275

Tablo 37.

NİPEL(altıköşe-dış dişli) ($\phi 20-3/4''$)+NİPEL(yuvarlak) ($\phi 25$)				
ΔH (mmH ₂ O)	W (lt)	Δt (sn)	K	L(EŞDEĞER) ($\phi 25$)(m)
10,0	7,5	42,75	1,718	0,756
6,0	7,5	55,70	1,724	0,758
5,0	7,5	83,00	1,989	0,874
ORTALAMA DEĞERLER			1,810	0,796

Tablo 38.

NİPEL (yuvarlak-iç dişli)($\phi 25-3/4''$)+DİRSEK($\phi 32$)				
ΔH (mmH ₂ O)	W (lt)	Δt (sn)	K	L(EŞDEĞER) ($\phi 32$)(m)
6,0	1,83	16,25	2,614	1,445
11,0	1,83	13,06	2,819	1,559
20,0	1,83	10,47	3,041	1,682
ORTALAMA DEĞERLER			2,825	1,562

Tablo 39.

DİRSEK(dış dişli)($\phi 32-3/4''$)+NİPEL (yuvarlak)($\phi 25$)				
ΔH (mmH ₂ O)	W (lt)	Δt (sn)	K	L(EŞDEĞER) ($\phi 25$)(m)
48,0	1,83	11,69	1,244	0,547
30,0	1,83	15,21	1,351	0,594
70,0	1,83	10,38	1,520	0,668
ORTALAMA DEĞERLER			1,371	0,603

Tablo 40.

NİPEL (yuvarlak-dış dişli) (φ25-3/4") + DİRSEK (φ32)				
ΔH (mmH ₂ O)	W (lt)	Δt (sn)	K	L (EŞDEĞER) (φ32)(m)
18,0	1,83	15,21	4,427	2,448
35,0	1,83	11,69	4,862	2,688
50,0	1,83	10,38	5,287	2,923
ORTALAMA DEĞERLER			4,859	2,686

Tablo 41.

DİRSEK (iç dişli) (φ32-3/4") + NİPEL (yuvarlak) (φ25)				
ΔH (mmH ₂ O)	W (lt)	Δt (sn)	K	L (EŞDEĞER) (φ25)(m)
70,0	1,83	10,47	1,557	0,685
50,0	1,83	13,06	1,797	0,790
37,0	1,83	16,25	2,146	0,944
ORTALAMA DEĞERLER			1,833	0,806

Tablo 42.

<i>Ayrılma durumunda TE (iç dişli) (φ20-1/2"-φ20)+NİPEL(φ20)</i>				
ΔH (mmH ₂ O)	W (lt)	Δt (sn)	K	L(EŞDEĞER) (φ20)(m)
21,0	7,5	104,81	9,401	3,317
37,0	7,5	80,00	9,571	3,377
13,0	7,5	135,00	9,574	3,378
ORTALAMA DEĞERLER			9,515	3,357

Tablo 43.

<i>Birleşme durumunda TE (iç dişli) (φ20-1/2"-φ20)+NİPEL(φ20)</i>				
ΔH (mmH ₂ O)	W (lt)	Δt (sn)	K	L(EŞDEĞER) (φ20)(m)
48,0	7,5	90,00	1,947	0,687
30,0	7,5	120,00	2,247	0,793
10,0	7,5	227,00	2,825	0,997
ORTALAMA DEĞERLER			2,340	0,825

Tablo 44.

<i>Ayrılma durumunda TE (iç dişli) ($\phi 20-3/4''-\phi 20$)+NİPEL ($\phi 25$)</i>				
ΔH (mmH ₂ O)	W (lt)	Δt (sn)	K	L(EŞDEĞER) ($\phi 25$)(m)
40,0	1,83	17,63	5,794	2,044
18,0	1,83	25,09	5,940	2,096
25,0	1,83	23,97	6,095	2,150
ORTALAMA DEĞERLER			5,943	2,097

Tablo 45.

<i>Birleşme durumunda TE (iç dişli) ($\phi 20-3/4''-\phi 20$)+NİPEL ($\phi 25$)</i>				
ΔH (mmH ₂ O)	W (lt)	Δt (sn)	K	L(EŞDEĞER) ($\phi 25$)(m)
70,0	7,5	50,00	2,928	1,287
55,0	7,5	55,08	3,120	1,372
90,0	7,5	47,00	3,327	1,463
ORTALAMA DEĞERLER			3,125	1,374

Tablo 46.

<i>Ayrılma durumunda TE (dış dişli)($\phi 20-1/2''-\phi 20$)+NİPEL($\phi 20$)</i>				
ΔH (mmH ₂ O)	W (lt)	Δt (sn)	K	L(EŞDEĞER) ($\phi 20$)(m)
6,0	7,5	227,00	11,579	4,085
23,0	7,5	120,00	12,190	4,301
45,0	7,5	90,00	13,114	4,627
ORTALAMA DEĞERLER			12,295	4,500 ^{***}

Tablo 47.

<i>Birleşme durumunda TE (dış dişli)($\phi 20-1/2''-\phi 20$)+NİPEL($\phi 20$)</i>				
ΔH (mmH ₂ O)	W (lt)	Δt (sn)	K	L(EŞDEĞER) ($\phi 20$)(m)
38,0	7,5	104,81	2,146	0,757
25,0	7,5	135,00	2,411	0,851
68,0	7,5	80,00	2,269	0,801
ORTALAMA DEĞERLER			2,275	0,803

Tablo 48.

<i>Ayrılma durumunda TE (iç dişli)($\phi 25-1/2''-\phi 25$)+NİPEL($\phi 25$)</i>				
ΔH (mmH ₂ O)	W (lt)	Δt (sn)	K	L(EŞDEĞER) ($\phi 25$)(m)
90,0	1,83	10,31	13,756	6,049
30,0	1,83	19,47	15,787	6,941
60,0	1,83	13,28	14,897	6,550
ORTALAMA DEĞERLER			14,813	6,514

Tablo 49.

<i>Birleşme durumunda TE (iç dişli)($\phi 25-3/4''-\phi 25$)+NİPEL($\phi 25$)</i>				
ΔH (mmH ₂ O)	W (lt)	Δt (sn)	K	L(EŞDEĞER) ($\phi 25$)(m)
90,0	1,83	10,31	1,939	0,853
60,0	1,83	13,28	2,224	0,978
23,0	1,83	19,47	1,701	0,748
ORTALAMA DEĞERLER			1,955	0,860

Tablo 50.

<i>Birleşme durumunda TE (İNEGAL)(φ32-20-32)</i>				
ΔH	W	Δt	K	L(EŞDEĞER)
(mmH ₂ O)	(lt)	(sn)		(φ20)(m)
32,0	1,83	19,25	0,423	0,149
35,0	1,83	18,93	0,503	0,177
40,0	1,83	18,56	0,647	0,228
ORTALAMA DEĞERLER			0,524	0,185

Tablo 51.

<i>Ayrılma durumunda TE (İNEGAL)(φ32-20-32)</i>				
ΔH	W	Δt	K	L(EŞDEĞER)
(mmH ₂ O)	(lt)	(sn)		(φ32)(m)
20,0	1,83	16,62	38,59	21,376
30,0	1,83	12,59	36,496	20,180
60,0	1,83	10,25	40,850	22,587
ORTALAMA DEĞERLER			38,669	21,381

Tablo 52.

<i>Birleşme durumunda TE (İNEGAL)(φ32-25-32)</i>				
ΔH (mmH ₂ O)	W (lt)	Δt (sn)	K	L(EŞDEĞER) (φ25)(m)
20,0	1,83	16,62	0,653	0,287
40,0	1,83	12,59	0,882	0,388
60,0	1,83	10,25	0,872	0,383
ORTALAMA DEĞERLER			0,802	0,353

Tablo 53.

<i>Ayrılma durumunda TE (İNEGAL)(φ32-25-32)</i>				
ΔH (mmH ₂ O)	W (lt)	Δt (sn)	K	L(EŞDEĞER) (φ32)(m)
4,0	1,83	19,25	13,169	7,281
5,0	1,83	18,93	14,039	7,762
6,0	1,83	18,56	14,812	8,190
ORTALAMA DEĞERLER			14,007	7,745

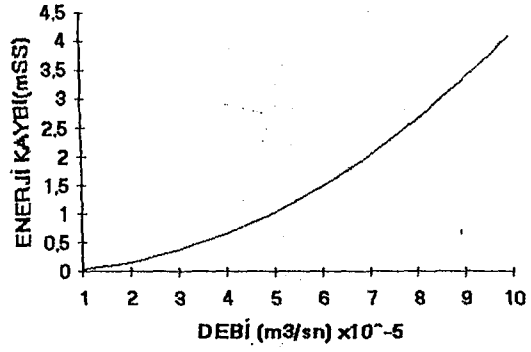
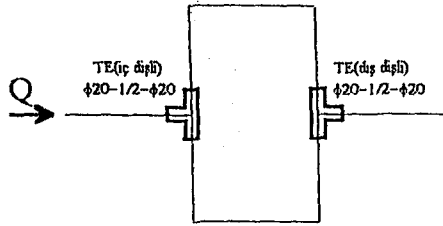
Tablo 54.

Birleşme durumunda TE ($\phi 25-25-25$)				
ΔH (mmH ₂ O)	W (lt)	Δt (sn)	K	L(EŞDEĞER) ($\phi 25$)(m)
25,0	1,83	14,37	0,701	0,308
50,0	1,83	11,00	0,951	0,418
60,0	1,83	9,75	0,853	0,375
ORTALAMA DEĞERLER			0,835	0,367

Tablo 55.

Ayrılma durumunda TE($\phi 25-25-25$)				
ΔH (mmH ₂ O)	W (lt)	Δt (sn)	K	L(EŞDEĞER) ($\phi 25$)(m)
4,0	1,83	14,37	3,929	1,727
8,0	1,83	11,00	4,088	1,798
10,0	1,83	9,75	4,069	1,789
ORTALAMA DEĞERLER			4,029	1,771

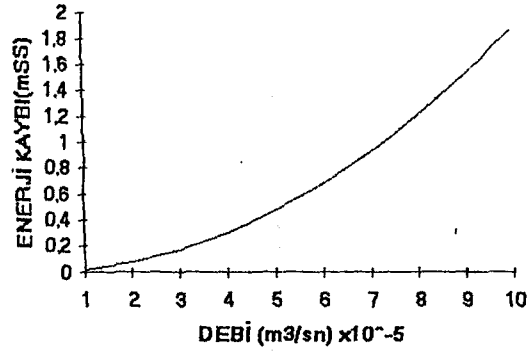
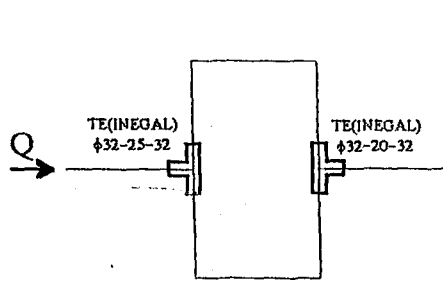
ÖRNEK DEVRE 1.



Tablo 56.

Elemanlar:	λ	K	L (m)	$L_{EŞDEĞER}$ (m)	H_K (mmH ₂ O)
φ20 'lik düz boru	0,03798	-	1,5	-	27,6
Ayrılma durumunda TE (ıçdışlı) (φ20-1/2"-φ20)+NİPEL(φ20)	-	9,515	-	3,357	61,8
Birleşme durumunda TE(dışdışlı) (φ20-1/2"-φ20)+NİPEL(φ20)	-	2,275	-	0,803	14,8
				4,16	104,2
				$L+L_{EŞ}$ (m)	H_K (mmH ₂ O)
				5,66	104,2

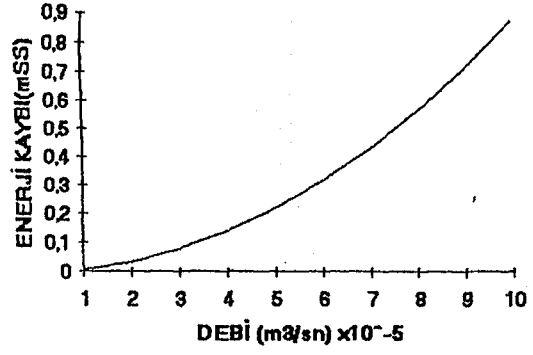
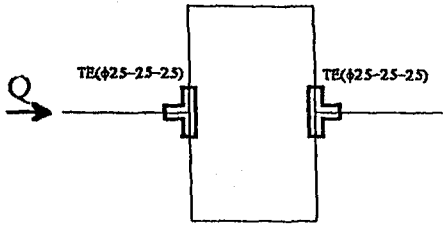
ÖRNEK DEVRE 2.



Tablo 57.

Elemanlar:	λ	K	L (m)	$L_{EŞDEĞER}$ (m)	H_K (mmH ₂ O)
φ20 'lik düz boru	0,03798	-	0,3 (0,37)*	-	5,5
φ25 'lik düz boru	0,03798	-	0,3	-	2,9
φ32 'lik düz boru	0,03798	-	0,9 (0,72)*	-	4,3
Ayrılma durumunda TE(INEGAL) (φ32-25-32)	-	14,007	-	6,159*	58,8
Birleşme durumunda TE(INEGAL) (φ32-20-32)	-	0,524	-	0,230*	2,2
				6,389	73,7
				$L+L_{EŞ}$ (m)	H_K (mmH ₂ O)
				7,779	74,3

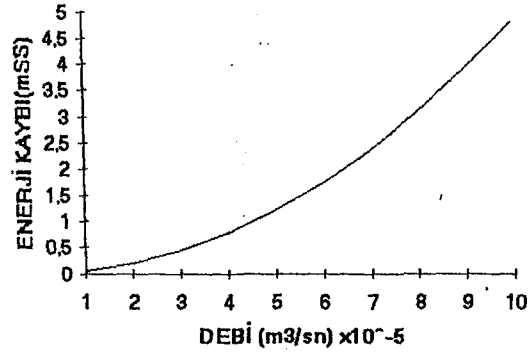
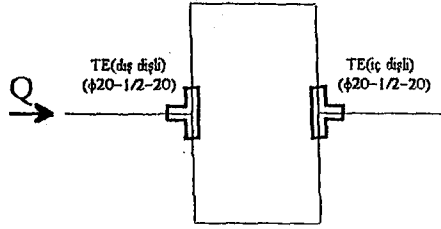
ÖRNEK DEVRE 3.



Tablo 58.

Elemanlar:	λ	K	L (m)	$L_{EŞDEĞER}$ (m)	H_K (mmH ₂ O)
φ25 'lik düz boru	0,03798	-	1,5	-	14,3
Ayrılma durumunda TE(φ25-25-25)	-	4,029	-	1,771	16,9
Birleşme durumunda TE(φ25-25-25)	-	0,835	-	0,367	3,5
				2,138	34,7
				$L+L_{EŞ}$ (m)	H_K (mmH ₂ O)
				3,638	34,7

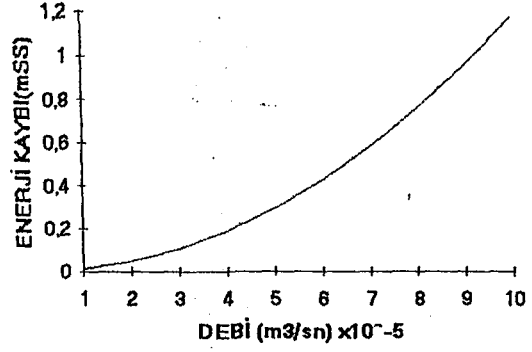
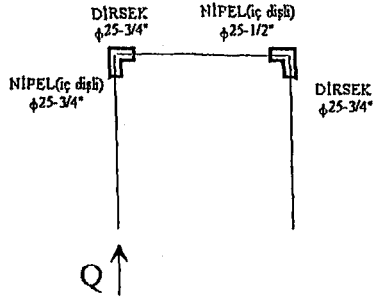
ÖRNEK DEVRE 4.



Tablo 59.

Elemanlar:	λ	K	L (m)	$L_{ESDEĞER}$ (m)	H_K (mmH ₂ O)
φ20 'lik düz boru	0,03798	-	1,5	-	27,6
Ayrılma durumunda TE(dış dişli) (φ20-1/2"-φ20)+NİPEL(φ20)	-	12,295	-	4,338	79,9
Birleşme durumunda TE(iç dişli) (φ20-1/2"-φ20)+NİPEL(φ20)	-	2,34	-	0,825	15,2
				5,163	122,7
				$L+L_{ES}$ (m)	H_K (mmH ₂ O)
				6,663	122,7

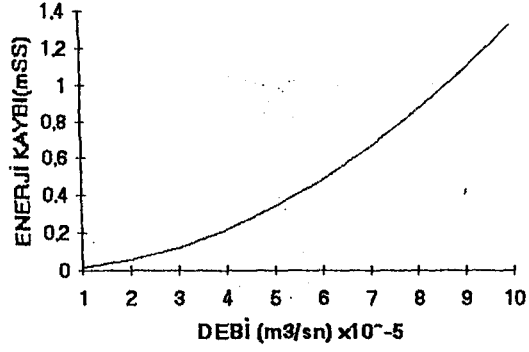
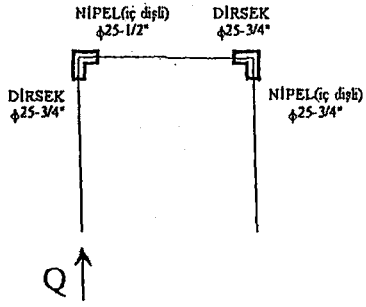
ÖRNEK DEVRE 5.



Tablo 60.

Elemanlar:	λ	K	L (m)	$L_{EŞDEĞER}$ (m)	H_K (mmH ₂ O)
φ25 'lik düz boru	0,03798	-	1,2	-	11,5
NİPEL(yuvarlak-içdişli) (φ25-3/4")+DİRSEK(φ25)	-	2,855	-	1,255	12
NİPEL(yuvarlak-içdişli) (φ25-1/2")+DİRSEK(φ25)	-	5,531	-	2,432	23,2
				3,687	46,7
				$L+L_{EŞ}$ (m)	H_K (mmH ₂ O)
				4,887	46,7

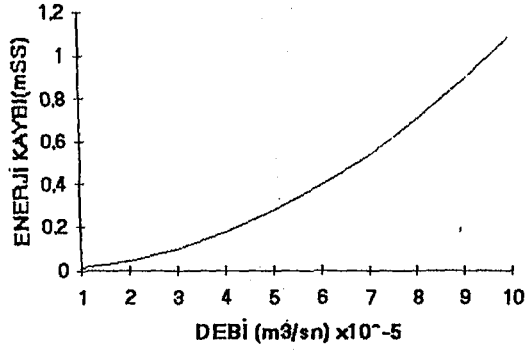
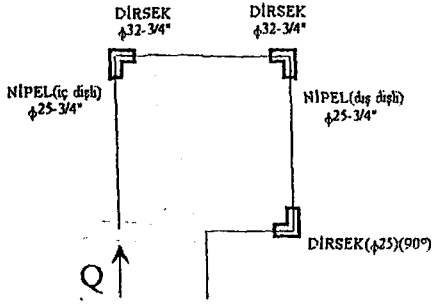
ÖRNEK DEVRE 6.



Tablo 61.

Elemanlar:	λ	K	L (m)	$L_{EŞDEĞER}$ (m)	H_K (mmH ₂ O)
φ25 'lik düz boru	0,03798	-	1,2	-	11,4
DİRSEK(dışdışli)(φ25-1/2") + NİPEL (yuvarlak)(φ25)	-	6,781	-	2,982	28,5
DİRSEK(dışdışli)(φ25-3/4") + NİPEL (yuvarlak)(φ25)	-	3,092	-	1,359	13
				4,341	52,9
				$L+L_{EŞ}$ (m)	H_K (mmH ₂ O)
				5,541	52,9

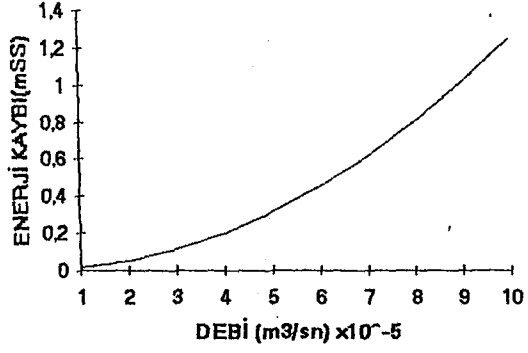
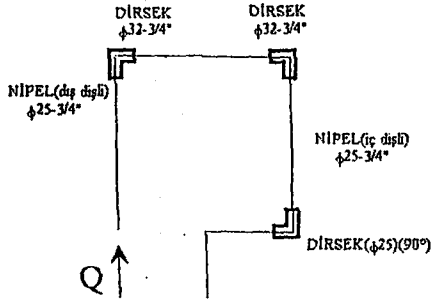
ÖRNEK DEVRE 7.



Tablo 62.

Elemanlar:	λ	K	L (m)	$L_{EŞDEĞER}$ (m)	H_K (mmH ₂ O)
φ25 'lik düz boru	0,03798	-	1,2	-	11,4
φ32 'lik düz boru	0,03798	-	0,4 (0,32)*	-	1,9
NİPEL (yuvarlak-iç dişli) (φ25-3/4")+DİRSEK(φ32)	-	2,825	-	1,242*	11,9
DİRSEK (iç dişli)(φ32-3/4") +NİPEL(yuvarlak)(φ25)	-	1,833	-	0,806	7,7
DİRSEK(φ25)(90°)	-	2,114	-	0,93	8,9
				2,978	41,8
				$L+L_{EŞ}$ (m)	H_K (mmH ₂ O)
				4,498	42,9

ÖRNEK DEVRE 8.



Tablo 63.

Elemanlar:	λ	K	L (m)	$L_{EŞDEĞER}$ (m)	H_K (mmH ₂ O)
φ25 'lik düz boru	0,03798	-	1,2	-	11,4
φ32 'lik düz boru	0,03798	-	0,4 (0,32)*	-	1,9
NİPEL (yuvarlak-dış dişli) (φ25-3/4") + DİRSEK (φ32)	-	4,859	-	2,137*	20,4
DİRSEK (dış dişli) (φ32-3/4") + NİPEL (yuvarlak) (φ25)	-	1,371	-	0,603	5,8
DİRSEK (φ25) (90°)	-	2,114	-	0,93	8,9
				3,67	48,4
				$L + L_{EŞ}$ (m)	H_K (mmH ₂ O)
				5,19	49,5

SONUÇ DEĞERLENDİRME:

Yapılan deneysel çalışmalar sonucunda, test edilen $\epsilon=2,395.10^{-5}$ mertebesinde bağıl pürüzlülük değerine haiz borudan akışta, belirlenen akış durumlarında ;

$$Re_1=4789.06 \text{ için } \lambda_1=0.0385,$$

$$Re_2=5880.59 \text{ için } \lambda_2=0.0341,$$

$$Re_3=5993.85 \text{ için } \lambda_3=0.0328 \text{ ve}$$

$$Re_4=5806.69 \text{ için } \lambda_4=0.0349 \text{ bulunmuştur.}$$

Diğer taraftan, Deneysel Hidromekanik'te ; hidrolik pürüzsüz borulardan türbülanslı akışta, Blasius tarafından önerilen bağıntı ($\lambda=0.316/Re^{0.25}$) gereği belirlenen Reynolds sayıları için λ değerleri sırasıyla $\lambda_1=0.03798$, $\lambda_2=0.03608$, $\lambda_3=0.03591$ ve $\lambda_4=0.03619$ olmaktadır ki, bu durum; sözkonusu borunun hidrolik pürüzsüz olarak alınabileceğini göstermektedir. Dikkat edilecek olur ise; artan boru hidrolik çapı ile borunun izafi pürüzlülüğü giderek küçülecektir ki, bu da ; borunun hidrolik pürüzsüz varsayımını gerçeğe yaklaştıracaktır. Bu nedenle, bu tür borular için , Blasius formülünün kullanılması suretiyle, düz boru kayıp katsayısı belirlenebilir.

Test edebilme imkanı bulabildiğimiz yersel enerji kaybına neden olan her bir eleman için ilgili tablolarda verilmiş bulunan ve ortalama değer olarak belirlenen K kayıp katsayısı değerleri imalatçı firmanın, üretiminde enerji kaybına verdiği önemi vurgulayan bir kriterdir. Bir diğer ifadeyle, yersel enerji kaybı doğuran bir elemanda K kayıp katsayısı değeri ne kadar küçük ise, meydana gelecek enerji kaybı (basınç düşüsü) o nisbette az olacaktır. Her ne kadar, herhangi bir elemanda enerji kayıplarını yok etmek mümkün değilse de asgariye indirmek mümkündür. Bu ise, söz konusu elemanın K değerinin minimum değere haiz olması ile sağlanır. Bu nedenle, bu tür bir elemanda akım çizgilerinin mümkün olabildiğince az bozulmasına sebebiyet verecek dizaynın gerçekleştirilmesi gerekmektedir.

Genelde, bu çalışmada da olduğu gibi, yersel enerji kaybı doğuran elemanlar için verilen K değerleri, düzgün akım çizgilerinin elemanda bozulması sonucu meydana gelen basınç düşüleri sonucu belirlenmiştir. Bu sebeple, akım çizgilerinin bozulmasına neden olacak

bir elemandan geçen akışkan ortamın akım çizgileri düzeldikten sonra (ki; bunun için gerekli olan mesafe, boru hidrolik çapının minimum altı katı kadar olması öngörülmektedir.) bir diğer yersel kayıp doğuracak elemana girmesine izin verilmelidir. Aksi takdirde, akım doğrultusunda ikinci sırada yer alan eleman için verilen K değeri gerçeği yansıtmayacaktır. Böyle bir durumda, söz konusu elemanda meydana gelecek enerji kaybı, olması gerekenden daha fazla olacaktır. Bir diğer ifadeyle, bozulmuş akım hatlarının düzelmeden tekrar bozulması enerji kaybını arttıracaktır.

Yukarıda yapılan açıklama doğrultusunda, bu çalışmada elde edilen K değerlerinde dikkat çekici bir husus olarak ortaya çıkan sonuç, tesiste birlikte kullanılması söz konusu olan elemanların belirlenen enerji kayıp katsayısı değeri, akım doğrultusunda yerleştirilmeleri durumuna göre değişmektedir. Bu durum Tablo.14-15, Tablo.16-17, Tablo.18-19, Tablo.20-21, Tablo.22-23, Tablo.24-25, Tablo.26-27, Tablo.28-29 ve Tablo.30-31 kıyaslandığında açıkça görülmektedir. Böylece, sistemde meydana gelecek toplam enerji kaybını minimuma indirmek için, tesisin montajı esnasında, akım doğrultusunda daha küçük K kayıp katsayısına haiz konumun tercih edilmesi gerekecektir. Ayrıca, giriş ve çıkış çaplarının akım doğrultusuna göre değiştiği eleman kombinasyonlarında da kayıp katsayılarının değiştiği Tablo.32-33, Tablo.34-35, Tablo.36-37, Tablo.38-39 ve Tablo.40-41'den izlenebilmektedir ki, bu tür birleşmelerde, enerji kaybı bakımından avantajlı konum; ön görülen akım debisinde çıkış akış kesitindeki akımın ortalama hızına göre kuramsal inceleme kısmında verilen (3) no'lu bağıntı yardımıyla belirlenebilir.

Sonuç olarak; hidrolik pürüzsüz varsayılacak malzeme yüzeyine haiz olmaları nedeniyle düz boru enerji kaybı bakımından avantajlı olan bu tür boruların, yersel enerji kaybı açısından da iyileştirilmesi ilgili üretici firmaların imalatı alacakları tedbirler ile mümkün olabilecektir.

KAYNAKLAR :

1. ALLEN, T.J., DITSWORTH, R.L., 1972, Fluid Mechanics, McGrawHill.
2. GENTEZ, A.İ., Yıldız Teknik Üni. Makina Fak. Makina Müh. Bölümü, Akışkanlar Mekaniği ders notları.
3. GENTEZ, A.İ., Yıldız Teknik Üni. Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans, İleri Akışkanlar Mekaniği ders notları.
4. SHERMAN, F.S., 1990, Viscous Flow, McGrawHill.
5. STREETER, V.L., WYLIE, E.B., 1975, Fluid Mechanics, Sixth Edition, McGrawHill.

ÖZGEÇMİŞ

Adı,Soyadı :Ertan Yoldaş
Doğum yeri ve yılı :İstanbul, 20.03.1969
Medeni hali :Bekar
Adres :Yıldız Teknik Üniversitesi, Makina Fakültesi, Makina Mühendisliği
Bölümü

Öğrenim Durumu:

1975-1979 : İstanbul Çapa İlkokulu

1980-1982 : İstanbul Fındıkzade Ortaokulu

1983-1985 : İstanbul Şehremini Lisesi

1987-1991 : Yıldız Teknik Üniversitesi, Makina Fakültesi, Makina Müh. Bölümü

YILDIZ TEKNİK ÜNİVERSİTESİ
MÜHÜR VE MÜHÜR KURULU
MÜHÜR VE MÜHÜR KURULU