

# YARI SERT KAUÇUK HORTUMLU YANGIN DOLAPLARINDA YÜK KAYIPLARININ ANALİZİ

**Kazım BECEREN**  
**Levent KAVURMACIOĞLU**

## ÖZET

Eğitimsiz kişilerin kullanımı için tasarlanmış olan sabit-boru hortum sisteminin bir elemanı olan EN 671-1'e uygun yangın dolapları ile yangına başlangıç aşamasında yapılan müdahalede başarılı olunabilmesi için gerekli olan dizayn debi değerinin sağlanması ve diğer taraftan da eğitimsiz kullanıcıları zorlamayacak veya yaralanmalara sebep olmayacak dizayn basınç değerlerine dikkat edilmesi gerekmektedir. Sabit boru-hortum sistemi dizaynı yapılırken çoğunlukla hortumun sabit boru tesisatına bağlantı noktaları göz önüne alınmakta, akış esnasında hortum içerisinde meydana gelecek basınç kayıpları dikkate alınmamaktadır. Bu çalışmada, dolaptaki hortum içerisinde meydana gelen basınç kayıplarının sistem dizayn debi ve basınç değerleri üzerine etkisi incelenmiştir. Bu amaçla çeşitli yöntemler kullanılarak hesapla bulunan değerler, bu amaç için kurulan deney tesisatı kullanılarak elde edilen deneysel sonuçlarla karşılaştırılmış ve eğitimsiz kişilerin kullanımına yönelik tasarlanan sabit-boru hortum sistemi dizaynı ile ilgili görüşler belirtilmiştir.

## 1.GİRİŞ

Sulu söndürme sistemlerinin bir bölümü olan sabit-boru hortum sistemi, valfler, hortum bağlantıları ve yangına müdahale için spreyci veya demet halinde yangına suyu püskürtecek lanslar (yakınsak elemanlar) ve diğer bağlantı elemanlarından meydana gelmektedir. Bu sistem ile güvenilir bir su kaynağından sağlanan basınçlı su manual olarak yangına müdahale etmek için kullanılır. Bu sistemler, yapı içerisinde yer alan sprinkler sistemi gibi otomatik yangın söndürme sistemlerine alternatif olmayıp aksine otomatik söndürme sistemlerini tamamlayıcı sistemler olarak hizmet vermektedir.

Sabit-boru hortum sistemleri kullanıcıların eğitilmiş veya eğitimsiz kişiler olmasına göre sınıflandırılmaktadır. Eğitilmiş personel veya itfaiye personelinin kullanımı için dizayn edilen sabit-boru hortum sistemlerinin boyutları, dolayısıyla dizayn debi ve basınç değerleri, eğitimsiz kişilerin kullanımı için tasarlanan sabit-boru hortum sistemlerine göre çok daha büyük olmaktadır.

Amerika da yayınlanan NFPA 14, "Standard for the Installation of Standpipe, Private Hydrant, and Hose Systems" (Sabit boru, Özel Hidrant ve Hortum Sistemlerinin Tesisi için Standart) [1] 'e göre birinci sınıf sistem olarak adlandırılan eğitilmiş personel ve itfaiye personelinin kullanımı için tasarlanan sistemde hortum bağlantı ağzı çapı 2½", dizayn debisi 1900 l/dak ve akış halindeki basınç değeri en uzak hortum bağlantı ağzında 690 kPa alınmaktadır. Yine aynı koda, eğitimsiz kişilerin kullanımı için tasarlanan sistem ikinci sınıf sistem olarak adlandırılmakta ve bu sistemin hortum bağlantı boyutu 1½", dizayn debisi 380 l/dak ve akış halinde en uzak hortum bağlantısında 450 kPa basınç istenmektedir. İkinci sınıf sistemlerde, yangın riskinin düşük olduğu yerlerde otoritenin izni ile 1" çapında hortum bağlantısı kullanılmasına izin verilmektedir. Avrupa ülkelerinde ise eğitimsiz kişilerin kullanımı için dizayn edilen sabit-boru hortum sisteminde, hortum bağlantı boyutu olarak 1" kullanılmaktadır. Eğitimsiz kişilerin kullanımı için tasarlanacak olan sabit-boru hortum sistemine bağlanması istenen yangın dolap özellikleri ise EN 671-1 nolu standartta [2] verilmektedir. EN 671-1

nolu standartta bu tür sistemlerde kullanılacak olan yuvarlak yarı sert hortum çapı olarak 19mm, 25mm, ve 33mm kullanılabilceği ve hortum uzunluğunun en fazla 30m olabileceği belirtilmektedir. Hortum ucunda yer alan lans çapları ise 4 ila 12 mm arasında değişmektedir.

Eğitimsiz kişilerin kullanımı için tasarlanmış olan sabit-boru hortum sisteminin bir elemanı olan EN 671-1'e uygun yangın dolapları ile yangına başlangıç aşamasında müdahale edilmektedir. Özellikle, başlangıç aşamasında müdahale edilen yangınları söndürmek oldukça kolay olup büyük olasılıkla yangın büyümeden kontrol altına alınabilmektedir. Bu tür sistemler ile yangına çabuk ve kolay müdahaleyi sağlayabilmek oldukça önemlidir. EN 671-1 standardı ile tanımlanan yangın dolapları bu özellikte olup, içerisinde yer alan yuvarlak yarı sert hortum vasıtasıyla, lans girişinde sürekli olarak basınçlı halde su bulundurma imkanı vardır. Yangına müdahale etmek gerektiği takdirde 20m veya 30m uzunluğunda tambura sarılı hortumun tamamını açmadan sadece ihtiyaç duyulan kadar hortumu çekmek suretiyle yangına çabuk ve kolay müdahale imkanı bulunmaktadır. Tabiki bu sistem ile yangına yapılan müdahalede başarılı olunabilmesi için gerekli olan dizayn debi değerinin sağlanması ve diğer taraftan da eğitimsiz kullanıcıları zorlamayacak veya yaralanmalara sebep olmayacak dizayn basınç değerlerine dikkat edilmesi gerekmektedir.

Kodlara bakıldığında sabit-boru hortum sistemlerinin dizaynında su debisinin ve akış esnasındaki basıncın iki önemli kriter olduğu görülür. EN 671-1 'e uygun yangın dolaplarının kullanıldığı sabit boru sistemleri için dizayn debi değerleri ve akış halindeki basınç değerleri ülkelerin yönetmeliklerinde ve kodlarda belirtilmektedir. Bu tip sistemlerde genel yaklaşım debi için 100 l/dak dır. Akış halindeki basınç değerleri ise 400-450 kPa arasında alınmakta ve akış esnasındaki basınç değeri, sistemin hortum bağlantı noktasında tanımlanmaktadır.[3]

Hortumların ucunda yer alan ve sabit-boru tesisatından gelen su akışını hızlandıran, yönlendirerek yangına müdahaleyi gerçekleştiren cihaz lans dır. Dolayısıyla sistemin kullanımında kullanıcıya gelecek kuvvetler, yani lansı tutan kişiye gelecek kuvvetler lansdan akan debi ve lans girişindeki basınç değerlerine bağlı olarak değişecektir. Ayrıca yangına müdahale için gerekli su debisi de lans girişindeki basınca göre değişecektir. Sabit boru-hortum sistemi dizaynı yapılırken çoğunlukla hortumun sabit boru tesisatına bağlantı noktaları göz önüne alınmakta, akış esnasında hortum içerisinde meydana gelecek basınç kayıpları dikkate alınmamaktadır. Eğitimsiz kişilerin kullanımı için tasarlanan ve EN 671-1 standardına uygun yangın dolaplarının kullanıldığı sabit-boru hortum sistemlerinde, yangın dolabı içerisinde kullanılan hortum çapının çok küçük olması (1") sebebiyle akış esnasında hortum içerisinde meydana gelebilecek basınç kayıpları oldukça önem kazanmaktadır. Bu duruma dikkat edilmediği takdirde, başlangıç aşamasındaki yangınları söndürmede oldukça etkili olan bu tip sabit-boru hortum sistemine bağlantılı olan, hortum ucundaki lanstan yangına müdahale için yeterli miktarda su akışı sağlanamayacaktır.

Bu çalışmada, EN 671-1 standardına uygun yangın dolaplarının kullanıldığı sabit-boru hortum sistemlerinde, dolaptaki hortum içerisinde meydana gelen basınç kayıplarının sistem dizayn debi ve basınç değerleri üzerine etkisi incelenmiştir. Bu amaçla çeşitli yöntemler kullanılarak hesapla bulunan değerler, bu amaç için kurulan deney tesisatı kullanılarak elde edilen deneysel sonuçlarla karşılaştırılmış ve eğitimsiz kişilerin kullanımına yönelik tasarlanan sabit-boru hortum sistemi dizaynı ile ilgili görüşler belirtilmiştir.

## 2. AKIŞ ESNASINDA YÜK KAYBI HESABI

Bilindiği gibi suyun akışı esnasındaki kayıplar, suyun akmakta olduğu boru (hortum) cidarları ile arasındaki sürtünmenin, kendi katmanları arasındaki sıçramanın oluşturduğu kayıplar, ve ayrılmaların sebep olduğu kayıplardır. Boru içindeki akışta meydana gelen sürtünme kayıpları akış esnasındaki basınç düşümünün büyük bir kısmını meydana getirir ve sürekli yük kaybı adını alır. Diğer kayıplar ise yersel kayıp olarak adlandırılır ve sürekli kayıpları ile karşılaştırıldığında, yangın devrelerinde daha küçüktür.

Sabit-boru hortum sistemlerinde, yangına müdahale için belli bir debi ve basınçta su temin edilmesi gerekmektedir. Bu suyun temin edilmesinde sadece sabit boru tesisatında meydana gelen kayıplar değil aynı zamanda sabit boru sistemine bağlanan hortum içerisinde meydana gelen kayıpların da belirlenmesi gerekir ki hortum ucunda bulunan lans çıkışında istenilen akış şartları sağlanabilsin.

Bu çalışmada hortum içerisinde meydana gelecek yük kayıplarının hesaplanmasında Hazen Williams ve Darcy Weisbach yöntemleri kullanılmıştır.

## 2.1 Hazen-Williams Yöntemi

Yangına müdahale için dizayn edilen sabit-boru hortum sistemlerinin dizaynında, sabit-borulardaki basınç kayıplarının hesabı için Hazen Williams yöntemi çok kullanılmaktadır. [4] Hazen Williams bağıntısında yersel kayıplar eşdeğer boru uzunluğu olarak tanımlanmakta ve bulunan değer düz boru uzunluğuna eklenerek sistemde meydana gelecek sürekli ve yersel kayıpların tamamı hesap edilmektedir.

Hazen-Williams bağıntısı:

$$P = 6.06 \frac{Q^{1.85}}{C^{1.85} D^{4.87}} \times 10^7 \quad (1)$$

Burada,

- P : bir metre boru boyu için basınç kaybı ( kPa/m),
- Q : debi (l/dak),
- D : boru iç çapı (mm),
- C : Hazen-Williams katsayısı (-)

dir. Hazen Williams katsayısı boru malzemesine bağlı boyutsuz bir sayı olup plastik malzemeli borular için değeri 150 dir. [4]

## 2.2 Darcy-Weisbach Yöntemi

Kayıp hesaplanmasında kullanılan klasik yöntemlerden biri de Darcy Weisbach yöntemidir. Darcy bağıntısında akış sırasında meydana gelen sürekli kayıplar, boru uzunluğuna, boru çapına, akış hızına ve borunun pürüzlülüğüne bağlı olarak aşağıdaki şekilde ifade edilir. [5]

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

Burada;

- $h_s$  : sürekli yük kaybı (mSS),
- $\lambda$  : kayıp katsayısı (-),
- L : boru uzunluğu (m),
- D : boru iç çapı (m),
- V : boru içindeki akış hızı (m/s),
- g : yerçekimi ivmesi ( m/s<sup>2</sup>)

dir.

$\lambda$  kayıp katsayısı boruların pürüzlülüğü ile orantılı bir katsayıdır ve pürüzlü borularda; borunun bağlı pürüzlülüğü ( $\epsilon$ ) ile borunun pürüz yüksekliğine (k) bağlı olarak tespit edilir. Kayıp katsayısının tespiti için Moody eğrileri adını verdiğimiz eğrilerin oluşturduğu grafiklerden yararlanılır. Bunun yanında çeşitli firmaların kataloglarında bu firmalar tarafından üretilen boruların kayıp katsayıları ile ilgili deneysel verilere dayanan bağıntılara yer verilmektedir.

Bu çalışmada, yapılan hesaplamalarda kayıp katsayısı iki yöntemle tespit edilerek kullanılmıştır. İlk olarak kauçuk hortumun pürüzlülüğü dikkate alınarak Moody Eğrileri kullanılmış, ikinci yöntem de ise Bridgestone firmasının hortum kataloğunda [6] yeralan hesaplama yöntemi kullanılarak  $\lambda$  kayıp katsayısı tayin edilmiştir.

Darcy Weisbach yönteminde yersel kayıpların hesabı ise, deneysel bulgularla elde edilmiş bir  $k_y$  yersel kayıp katsayısı kullanılarak aşağıdaki bağıntı ile hesaplanmaktadır.

$$h_y = k_y \frac{V^2}{2g} \quad (3)$$

Burada,

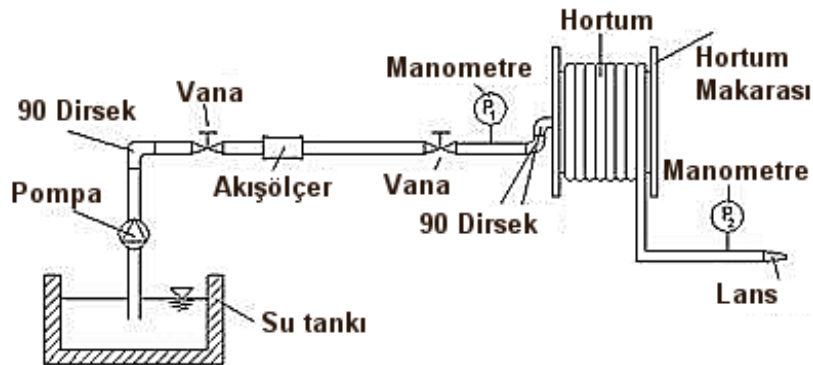
$h_y$  : yersel kayıplar (mSS),  
 $V$  : su hızı (m/s)  
 dir.

### 3. DENEY TESİSATI VE DENEYSEL ÇALIŞMA

Sabit-boru tesisatına bağlı yangın dolaplarının hortumlarında da göz ardı edilemez basınç kayıpları meydana gelmektedir. Bu kayıplar hortum ucundaki lansen girişinde sağlanması gereken basınç değerini önemli ölçüde etkiler ve sistemin dizaynında önemli rol oynar.

Yangın dolabı hortumunda meydana gelen basınç kayıpları daha önce açıklanan yöntemlerle hesaplanabilir. Bu deneysel çalışmanın amacı, gerçekte bir yangın hortumunda oluşan kayıpların teorik olarak hesaplanan kayıp değerleri ile ne derece uyum gösterdiğinin saptanması ve bu kayıpların sabit-boru hortum sistemlerinin dizaynına olan etkisinin değerlendirilmesidir.

Deneysel çalışma için EN 671-1 standardına uygun özellikte 20m uzunluğunda, 1" hortumlu, en yüksek çalışma basıncı 12 bar olan bir yangın dolabı kullanılmıştır. Hortum ucunda bulunan lans 10mm çaplıdır. Deney tesisatı şeması (Şekil-1) de verilmiştir. Deneyler, üç farklı hal olan hortumun hortum makarasına tam sarılı, yarı-sarılı ve tam açık halleri için tekrarlanmıştır. Elde edilen deneysel sonuçlar ile yapılan teorik hesapların karşılaştırılması yapılmıştır.



Şekil 1. Deney Tesisatı

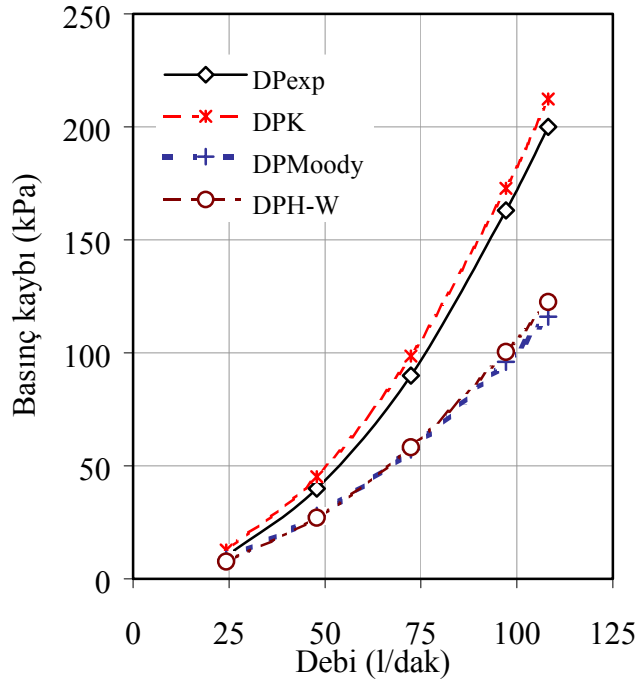
Su deposundan alınan su pompa ile basınçlandırılarak sayaç içerisinde geçirilir. Sayaçtan geçen su miktarı belli bir zaman (en az 60s) kronometre ile tutulmak suretiyle ölçülür ve debi bulunur. Deney şemasında gösterildiği gibi hortumun girişine ve çıkışına yerleştirilen manometreler ile hortum giriş ve çıkışında akış halindeki basınç değerleri ölçülerek akış sırasında meydana gelen kayıplar tespit edilmiştir. Basınç prizleri standartlara uygun olarak hazırlanmış ve tam gelişmiş akım şartlarının oluşacağı mesafeler göz önüne alınarak yerleştirilmiştir.

Deneyler esnasında hortum içerisinde meydana gelecek kayıplar ilk olarak 25 l/dak debi değeri için ölçülmüş ve daha sonra her seferinde debi değeri yaklaşık olarak 25 l/dak artırılarak 100 l/dak debi değerinin üzerine çıkılana kadar ölçümler tekrarlanmıştır.

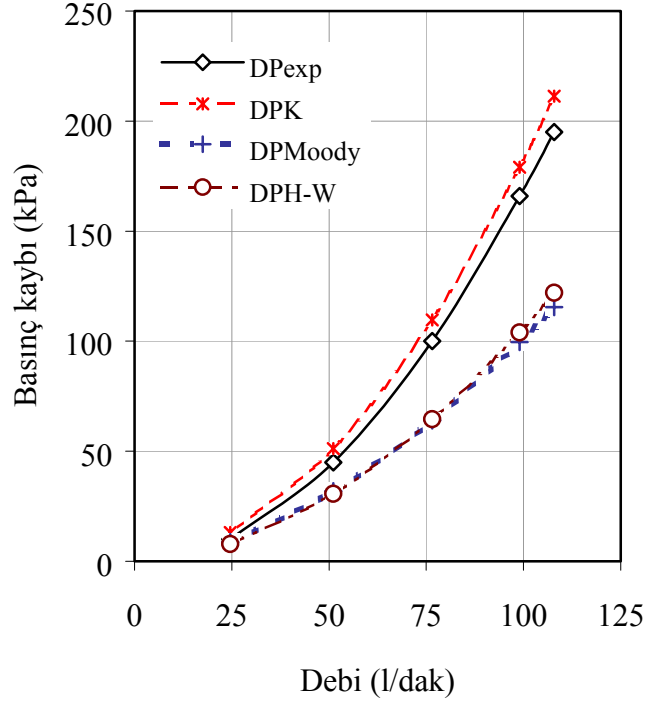
Hortumda meydana gelen kayıpların hesapları Hazen-Williams Yöntemi ve Darcy-Weisbach Yöntemi kullanarak yapılmıştır. Darcy formülünün uygulanmasında  $\lambda$  kayıp katsayısının tayini için iki farklı yol izlenmiştir. İlk olarak kauçuk hortumun pürüzlülüğüne göre Moody Eğrileri yardımı ile, ikinci yöntem olarak da Bridgestone firmasının hortum kataloğunda yer alan hesaplama yöntemi ile  $\lambda$  kayıp katsayısı tayin edilmiştir.

#### 4. DENEY SONUÇLARI İLE HESAPLA BULUNAN SONUÇLARIN DEĞERLENDİRİLMESİ

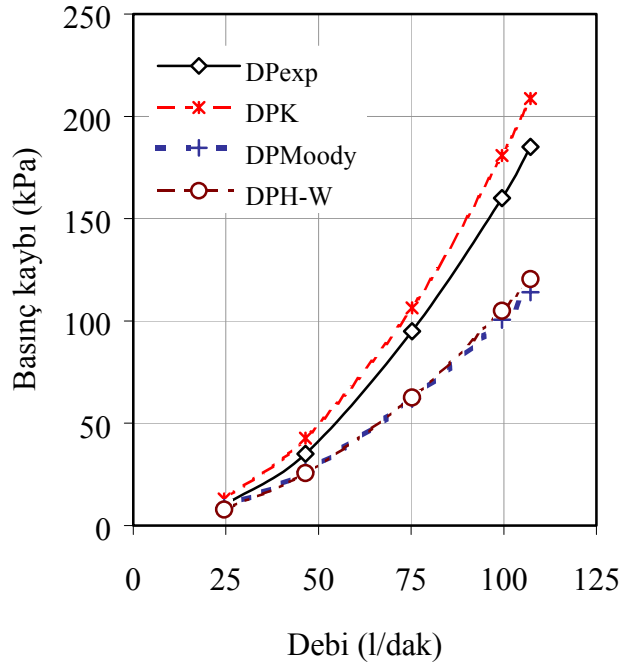
Hortumun makaraya tam sarılı, yarı sarılı ve tam açık olması durumları için yük kayıplarının hesaplanmasında kullanılan Hazen Williams yöntemi ve Darcy Weisbach yöntemi ile elde edilen sonuçlar ve deneysel sonuçlar (Şekil-2), (Şekil-3) ve (Şekil-4)'de gösterilmiştir. Bu grafiklerde  $\Delta P_{exp}$  deneysel sonuçları,  $\Delta P_K$  firma kataloglarından alınan sürtünme kayıp katsayısı kullanılarak elde edilen hesaplama sonuçlarını,  $\Delta P_{Moody}$  Moody diyagramları kullanılarak elde edilen sonuçları,  $\Delta P_{H-W}$  Hazen Williams yöntemi ile edilen sonuçları göstermektedir.



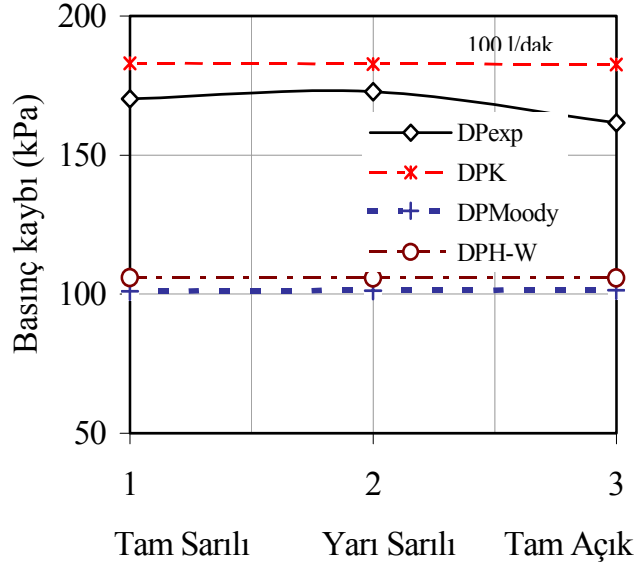
Şekil 2. Hortumun makaraya tam sarılı hali için ölçülen ve hesaplanan yük kayıpları



Şekil 3. Hortumun makaraya yarı sarılı hali için ölçülen ve hesaplanan yük kayıpları

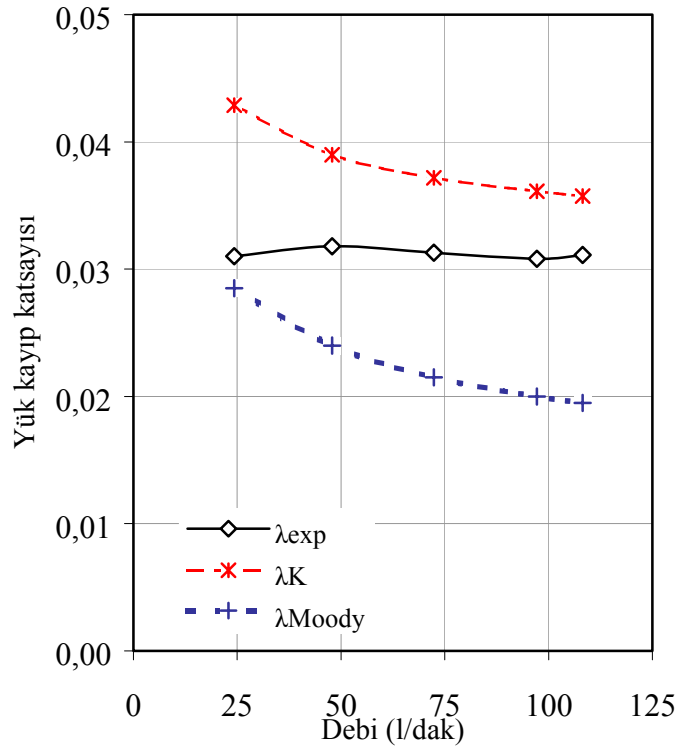


Şekil 4. Hortumun tam açık hali için ölçülen ve hesaplanan yük kayıpları

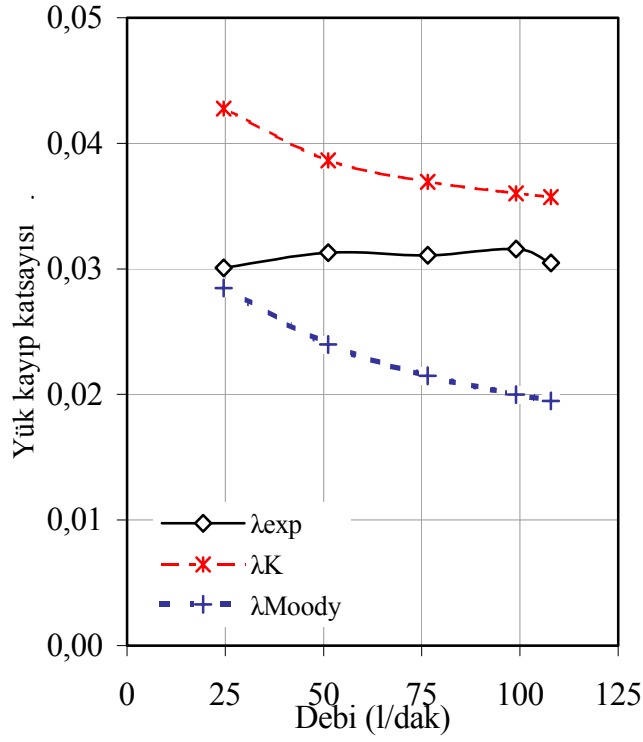


Şekil 5. 100 l/dak debide her üç sarılma hali için yük kayıpları

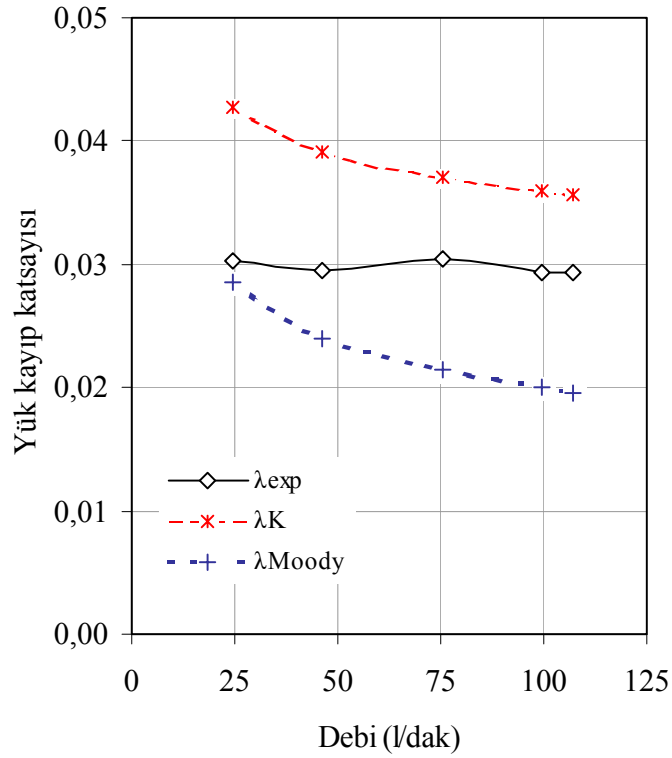
Deneysel olarak ölçülen basınç kayıpları değerlerinden hareketle hesaplanan deneysel kayıp katsayısı  $\lambda$  değerleri ile Moody diyagramı ve firma kataloğundan alınan kayıp katsayı değerlerinin karşılaştırılması ise yine her üç hal için sırasıyla (Şekil-6), (Şekil-7), (Şekil-8) de gösterilmiştir.



Şekil 6. Tam sarılı hal için kayıp katsayıları



Şekil 7. Yarı sarılı hal için kayıp katsayıları



Şekil 8. Tam açık hal için kayıp katsayıları



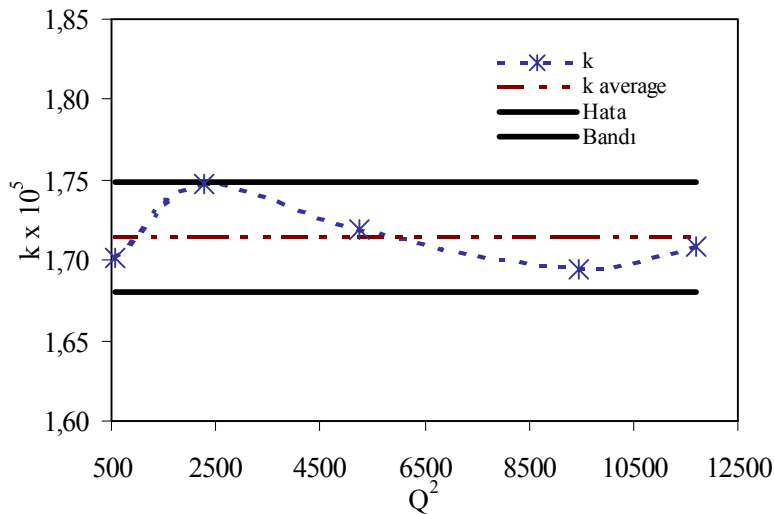
Hortum içerisinde meydana gelen kayıpların, hesaplanan değerleri ile deneylerden elde edilen kayıplar karşılaştırıldığında, ((Şekil-2), (Şekil-3) ve (Şekil-4)) deneysel çalışmalara en iyi uyumun Bridgestone firmasının ürün kataloglarından yararlanılarak bulunan kayıp katsayılarının Darcy Weisbach bağıntısında kullanılması ile elde edilen değerler olduğu görülmektedir. (Şekil-2), (Şekil-3) ve (Şekil-4)'e bakılırsa, her üç hal içinde deneysel eğriler ile kayıp katsayısının katalog değerlerinin kullanıldığı teorik eğrilerin hemen hemen aynı sonuçları verdiği görülmektedir. Bu yöntem ile yangın dolapları hortumu içerisinde meydana gelecek kayıpları çok iyi bir şekilde tahmin etmek mümkün olmaktadır. Hazen-Williams yöntemi ve Moody eğrilerinin kullanılması halinde ise hesaplanan basınç kaybı değerlerinin, deneysel olarak ölçülen değerlerin çok daha altında kaldığı ve gerçek haldeki kayıpları yansıtmadığı görülmektedir.

Benzer olarak ( $\lambda$ ) kayıp katsayısının, Bridgestone kataloğundan yararlanılarak bulunan değerlerin, Moody eğrilerinden bulunan değerlerin ve deneysel sonuçlardan hesaplanan değerlerin her üç hal için karşılaştırılması ise (Şekil-6), (Şekil-7) ve (Şekil-8) de görülmektedir. Çalışılan bölgelerde Re sayısı 15000 ila 70000 arasında değişmektedir. Moody eğrileri kullanılarak bulunan kayıp katsayılarının, gerçek kayıp katsayı değerlerinden daha küçük olduğu açıkça görülmektedir. Üretici firma kataloğundan hesaplanan kayıp katsayıları ise deneysel kayıp katsayılarına daha yakındır. Hatta debi arttıkça deneysel kayıp katsayı değerlerine daha da yaklaşma sağlanmaktadır. Bu durum ise özellikle küçük debilerde yapılan okuma hatalarının yüksek debilerdeki okuma hatalarına göre daha fazla olmasından kaynaklanabilir. Deneysel sonuçlardaki ölçme hatalarını göz önüne almak üzere belirsizlik analizi de yapılmıştır. Bu analiz sonucunda kayıp katsayısının hesabında özellikle hortum iç çapının hassas olarak belirlenmesi gerektiği ortaya çıkmıştır. Bu amaçla hortum iç çapı bir çok kesitten ölçülerek ortalaması alınmış ve ayrıca bir parça hortum su ile doldurulup hacmi ölçülerek iç çapın hesabı yoluna gidilmiştir.

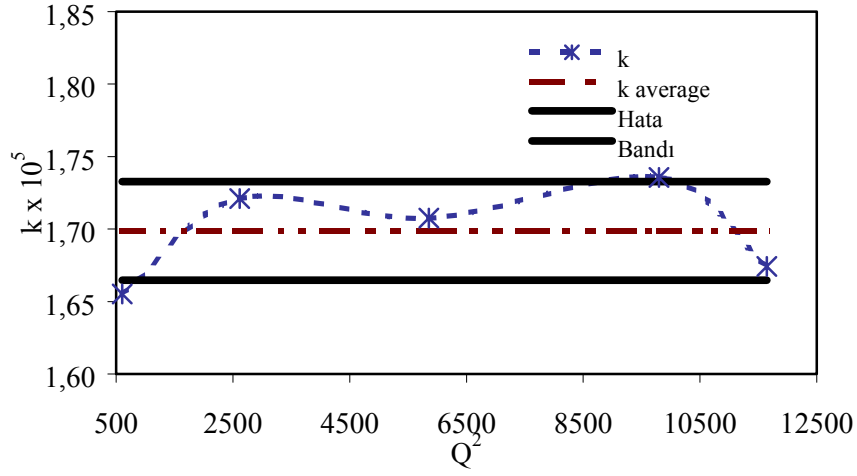
Yukarıda deneysel çalışmalar sırasında ölçümü yapılan değerlerden yararlanmak suretiyle 100 l/dak debi değeri üzerindeki debilerde meydana gelecek olan basınç kayıplarını hesaplamak için  $k_{exp}$  olarak tanımlanabilecek bir deneysel sabit elde etmek mümkündür. Basınç kayıpları debinin karesi ile orantılı olduğundan;  $k_{exp}$  değeri aşağıdaki şekilde ifade edilebilir.

$$k_{exp} = \frac{\Delta P}{Q^2} \left[ \frac{\text{kPa}}{(\text{l/dak})^2} \right] \quad (4)$$

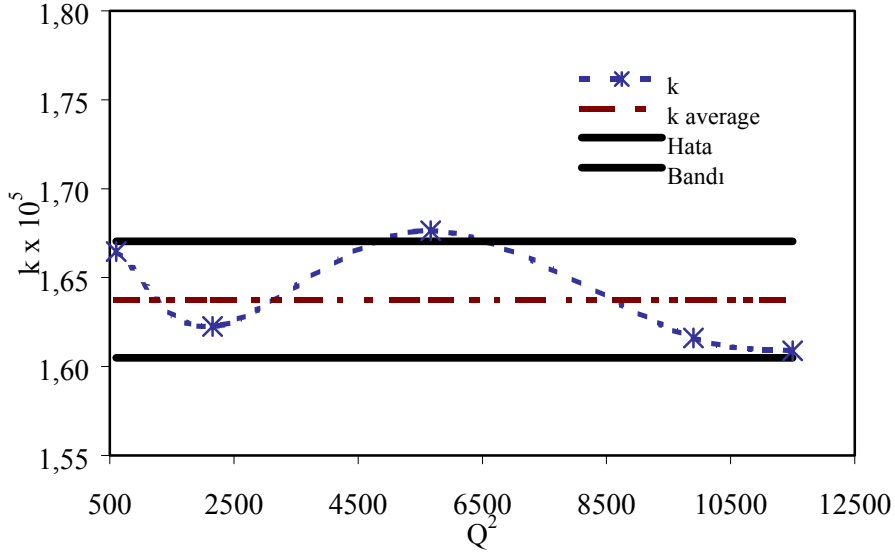
Deney koşulları ve okuma hatası ihtimali göz önünde tutulduğunda % 2 'lik bir sapmanın doğal olduğu düşünülebilir.  $k_{exp}$  değerlerinin debi ile değişimi, oluşacak ortalama değerden % 2 'lik sapmalar halindeki hata bandı ve ortalama k değerleri (Şekil-9), (Şekil-10) ve (Şekil-11) de verilmiştir.



Şekil 9. Tam sarılı halde  $k_{exp}$  sabitinin debi ile değişimi



Şekil 10. Yarı sarılı halde  $k_{exp}$  sabitinin debi ile değişimi



Şekil 11. Tam açık halde  $k_{exp}$  sabitinin debi ile değişimi

Hortumun makaraya tam sarılı, yarı sarılı ve açık halleri için ortama  $k_{exp}$  değerleri sırasıyla 171,44, 167,42 ve 163,76 [ $kPa/(l/dak)^2$ ] dir. Bu değerlerden anlaşılacağı üzere beklendiği gibi en fazla kayıp hortumun makaraya tam sarılı halinde meydana gelmektedir. Bunun sebebi, hortum sarılı konumda iken içersindeki akış sırasındaki yersel kayıpların, açık konumda olması halindekine yersel kayıplardan daha fazla olmasıdır. Bu durumun meydana getirdiği sınır tabaka ayrılmaları akışkanın enerjisini düşürür ve daha fazla kayba sebep olur. Bu konuda daha ileri akademik çalışmaların yapılması planlanmaktadır.

Lans girişindeki basıncın artması ile lansın gelen kuvvet de artacaktır. Sağlıklı kişilerin uygulayabileceği 200 N değeri dikkate alındığında, bu değer 100 l/dak debi için lans girişindeki basınç yaklaşık 550 kPa değerine ulaştığında meydana gelmektedir. 20 m uzunluğunda meydana gelebilecek yaklaşık 200kPa basınç kaybı dikkate alındığında sabit-boru hortum sisteminin, hortum bağlantı noktasında akış halindeki en fazla 750 kPa lik basınç değeri hortumun yangına müdahalede zorluk yaratmadan kullanılabileceğini göstermektedir.

## 5. SONUÇ

Yapılan deneylerde eğitimsiz kişilerin kullanımına yönelik tasarlanan sabit-boru hortum tesisatlarının hortum bölümünde akış esnasında meydana gelen kayıpların önemsenmeyecek mertebelerde olduğu ortaya konulmuştur. Bu kayıpların büyük bir kısmını hortum içerisindeki sürekli kayıplar meydana getirmekte, yangın dolabı hortum bağlantılarının oluşturduğu yersel kayıplar sürekli kayıplar yanında çok küçük kalmaktadır. Bu sebeple sabit-boru hortum sisteminin yangın dolapları bölümünde meydana gelen kayıpları etkileyen en önemli faktör yangın dolabı içerisindeki hortum uzunluğu olmaktadır.

Yapılan deneylerde beklendiği üzere basınç kayıplarının hortumun tam kapalı olması durumunda daha fazla olduğu görülmüştür. Kayıpların hesaplanmasında uygulanan teorik yöntemlerden elde edilen sonuçlar ile deney sonuçları karşılaştırıldığında Hazen Williams yöntemi ve Moody eğrilerinin kullanıldığı yöntem, kayıpları gerçek değerinin çok altında tahmin etmiş, ürün kataloglarından alınan sürtünme kayıp katsayıları ile Darcy Weisbach yönteminin kullanılması neticesi elde edilen sonuçlar deney sonuçlarına oldukça iyi uyum göstermiştir.

Deney sonuçları kullanılarak, EN 671-1 standardına uygun yangın dolap hortumlarında, hortumun makaraya tam sarılı, yarı sarılı ve açık halleri için akış esnasında kayıpların hesaplanabileceği ortalama k değerleri tespit edilmiştir. Deney sonuçlarına dayanan bu sabitler ile her üç hal içinde hortum içerisinde meydana gelebilecek kayıplar büyük bir doğruluk ile kullanılabilir.

Özellikle yangına başlangıç aşamasında müdahalenin önemli olduğu düşünüldüğünde bu sistemlerden yangına müdahale için gerekli debiyi almak oldukça önemlidir. Tabii bu durumda dizayn debisi yanında sistemin kullanımının akış esnasında yaratacağı kuvvet ile eğitimsiz kişilere sorun yaratmaması da sağlanmalıdır. EN 671-1 standardına uygun özellikte yangın dolabının kullanıldığı bu çalışmada hortum ucunda yer alan lans, bu standartta belirtilen lanslar arasında en büyük delikli olan lanslardan biridir. Bu sistemlerden yararlanarak başlangıç aşamasında yangına etkin müdahaleyi yapabilmek için deneysel çalışmalar ile ortaya konulan yaklaşık 200 kPa basınç kaybı değeri göz önünde bulundurulmalıdır. Çünkü, istenilen debide su alınabilmesi için lans girişinde arzu edilen basınç değerini sağlamak gerekir. Bu durum sağlanırken, lansın rahat kullanılabileceği üst basınç sınırına dikkat edilmelidir. Sağlıklı insanların rahatlıkla uygulayabilecekleri kuvvet olan değer yaklaşık 200 N dur. Yine burada yapılan hesaplamalarda 100 l/dak debi için lans girişindeki basıncın 550 kPa değerini aşması ile 200 N kuvvetin üzerine çıkılmaktadır. Yani lans girişinde 550 kPa değeri rahatlıkla sistemin kullanılabileceği bir değerdir. Bu da 20 m uzunluğunda ki bir hortumda hortumun sabit boru tesisatına bağlantı noktasında basıncın 750 kPa , 30m lik hortum için yaklaşık 850 kPa uygulanabilecek bir basınç değeri olarak ortaya çıkmaktadır.

## KAYNAKLAR

- [1] NFPA 14 (2000 Edition) "Standard for the Installation of Standpipe, Private Hydrant, and Hose Systems"
- [2] TS EN 671-1 "Sabit Yangın Söndürme Sistemleri-Hortum Sistemleri  
Kısım 1 : Yarı-Sert Hortum Makaraları"
- [3] "Binaların Yangından Korunması Hakkındaki Yönetmelik" (2002)
- [4] "Fire Protection Handbook", NFPA, 1998
- [5] LAROCK B.E., WATTERS G.Z., "Hydraulics of Pipeline Systems", (2000)
- [6] "Bridgestone Kauçuk Hortumlar Kataloğu"



## ÖZGEÇMİŞLER

### **Kazım BECEREN**

1964 yılında Samsun'da doğdu. İlk, orta ve lise eğitimini Samsun'da tamamladı ve 1981 yılında İ.T.Ü Makina Fakültesine girdi. 1985 yılında İ.T.Ü Makina Fakültesini bitirerek aynı yıl İ.T.Ü Fen Bilimleri Enstitüsünün Makina Anabilim Dalı Enerji Programında Yüksek Lisans öğrenimine başladı. 1988 yılında Enerji Programına başladığı öğrenimini tamamlayarak Yüksek Lisans derecesi aldı ve 1989 yılında aynı programda başladığı doktora çalışmasını 1996 yılında tamamladı. 1987 yılında İ.T.Ü Makina Fakültesi Termodinamik ve Isı tekniği Ana Bilim Dalında göreve başlamış olup halen aynı yerde çalışmalarını sürdürmektedir.

### **Levent KAVURMACIOĞLU**

1963 Ankara doğumludur. 1985 yılında İTÜ Makina Mühendisliği Bölümü'nden mezun olmuştur. Aynı Üniversiteden 1995 yılında Doktor Mühendis unvanını almıştır.. 1996 yılından beri İ.T.Ü. Makina Fakültesi Hidromekanik ve Hidrolik Makinalar Anabilim Dalı'nda Y.Doç.Dr. olarak görev yapmaktadır. Akışkanlar Mekaniği uygulamaları, türbomakinalar, hesaplamalı akışkanlar dinamiği konularında çalışmaktadır.