



BÖLÜM 7 Borulama Esasları

7.1 Genel

Ana besleme hatları ve branşman borularının yerleşiminde öncelikli olarak sprinkler arası mesafeler ele alınmalıdır. Genel olarak, borulama sisteminde branşman boruları üzerinde daha fazla sayıda sprinkler kullanılarak daha az sayıda branşman borusu kullanımı, daha az sayıda sprinkler ile çok sayıda branşman yerleşimine göre daha az miktarda boru kullanımı anlamına gelir. Büyük çaplı branşman boruları kullanarak daha fazla sayıda sprinkler yerleşimi, küçük çaplı branşman borusu kullanarak az sayıda sprinkler yerleşimi yapmaktan daha ekonomik bir çözümdür.

Sprinkler yerleşiminde, sprinkler arası mesafeler engelli yapılardan etkilenir. Engelli yapılar, yüksek ofis bölmeleri, çıkarılabilir duvarlar gibi yere sabitlenmiş engeller olduğu gibi tavana sabitlenmiş aydınlatma, mekanik ve elektirik sistemleri ve kanallar olabilmektedir. Eğimli tavanlar da sprinkler arası mesafeleri etkilemektedir. Sprinkler yerleşimi için tüm bu faktörler dikkate alınarak, branşman ve besleme borularının yerleşimi yapılmalıdır.

7.2 Borulama Seçenekleri

7.2.1 Ağaç Borulama Sistemi

Ağaç borulama sistemi en az ana dağıtım borusu kullanılarak sprinkler branşman borularının beslendiği boru sistemidir. Ağaç borulama sistemi genellikle en ekonomik boru sistemidir. Ağaç borulama sistemi, **Şekil 7.2.1**'de verilmiştir.



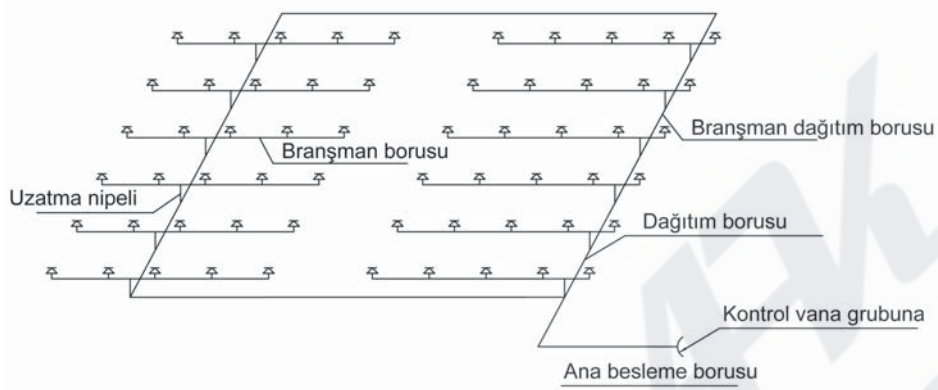
Şekil 7.2.1 Ağaç Borulama Sistemi

7.2.2 Loop Borulama Sistemi

Loop borulama sistemi ile sistemdeki su akışı bölünerek branşman borularının iki yönden beslenmesi sağlanır. Branşman borularının iki yönden beslenmesi ile sistemdeki sürtünme kayıpları azaltılır. Loop sistemi ile boru çapları düşürülerek, branşman borularına su dağılımında artış sağlanmaktadır. Loop sistemleri genellikle, yüksek binalar gibi merkezinde asansör kovası bulunan yapılarda kullanılır. Loop sistemlerinde, sprinkler kolon borusu ağaç sistemi ile aynıdır. Ana besleme borusu kolon borusundan ayrılarak, sistem branşman borularına ulaşır. Geniş bir loop oluşturmak için ana dağıtım borusu ayrılarak iki yönde devam eder. Branşman boruları loop besleme borularına ağaç sistemindeki gibi bağlanır. Loop borulama sistemi, **Şekil 7.2.2**'de verilmiştir.

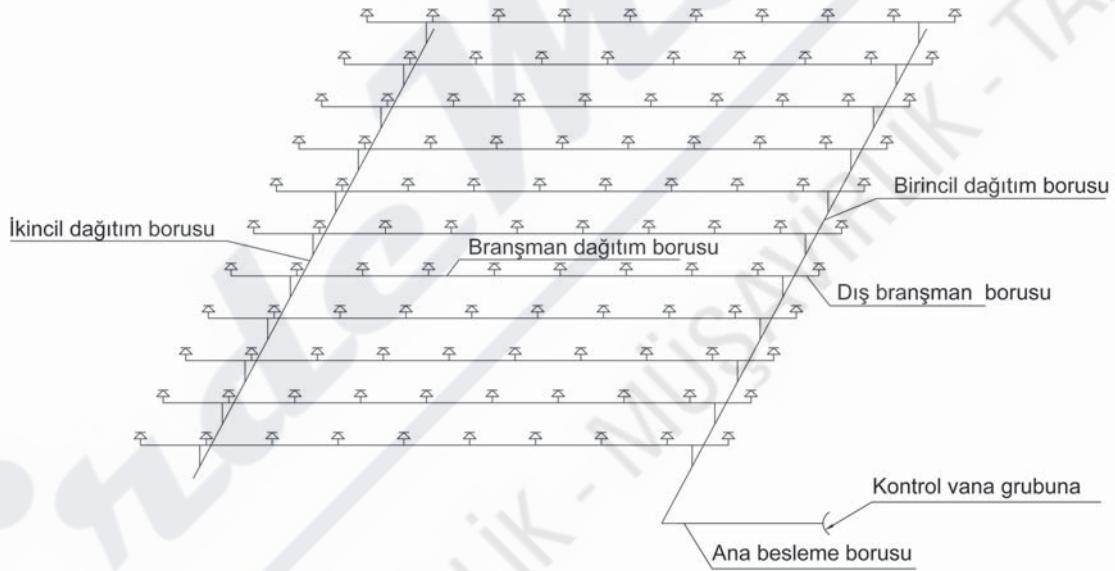
7.2.3 Grid Borulama Sistemi

Grid borulama sistemi en az iki dağıtım borusunun çok sayıda branşman borusu ile birbirine bağlantısını içerir. Ana besleme borusuna yakın olan dağıtım borusu "yakın dağıtım veya birincil dağıtım" ve ana besleme borusuna uzak olan dağıtım borusu "uzak dağıtım veya ikincil dağıtım" olarak adlandırılır.



Şekil 7.2.2 Loop Borulama Sistemi

Grid boru sisteminin kuru borulu ve ön etkili sprinkler sistemlerinde kullanımına izin verilmez. Grid boru sistemleri geniş dikdörtgen alanlara su dağıtımında verimlidir. Genellikle, depolama alanlarında ıslak borulu sprinkler sistemlerinde kullanılır. Grid borulama sistemi, **Şekil 7.2.3**'te verilmiştir.



Şekil 7.2.3 Grid Borulama Sistemi

7.3 Sprinkler Sistemi Boru Çaplarının Tablo Metodu ile Belirlenmesi

Sprinkler sistemi boru çaplarının belirlenmesinde tablo metodunun kullanımı belli uygulamalarla sınırlandırılmıştır.

Bu metod ile branşman boruları veya besleme borularının çapları, tablolarda verilen sprinkler sayılarına göre belirlenir. Tablo metodu mevcut binalar ve alanı 465 m²'yi geçmeyen yeni yapılar için sınırlandırılmıştır. Ayrıca en yüksek seviyede istenen minimum basınç ihtiyacı yüksek olduğundan bu metod ile yüksek boru çapları ihtiyacı ortaya çıkmaktadır. Tablo metoduyla sadece K faktörü 80 olan sprinkler ile tasarım yapılabileceği gibi, bu metod her katta ve her kolonda sınırlı sayıda sprinkler kullanımına olanak vermektedir. Tablo metodu; yüksek boru çapları, öngörülemeyen performans ve çeşitli yangın yükleri için esneklik sağlamaması nedeniyle ve potansiyel basınç problemlerine karşı tasarımlarda genellikle tercih edilmemektedir. Limitli uygulamalarda kullanımına izin verilen boru çap tabloları düşük ve orta tehlike sınıfı için **Tablo 7.3 (a)** ve **7.3 (b)**'de verilmiştir.



Boru Çapı (Çelik Boru)	Sprinkler Sayısı
DN25	2 sprinkler
DN32	3 sprinkler
DN40	5 sprinkler
DN50	10 sprinkler
DN65	30 sprinkler
DN80	60 sprinkler
DN100	100 sprinkler
>DN100	Bkz. Bölüm 4

Boru Çapı (Çelik Boru)	Sprinkler Sayısı
DN25	2 sprinkler
DN32	3 sprinkler
DN40	5 sprinkler
DN50	10 sprinkler
DN65	20 sprinkler
DN80	40 sprinkler
DN100	100 sprinkler
DN125	160 sprinkler
DN150	275 sprinkler
DN200	Bkz. Bölüm 4

7.4 Sprinkler Sistemi Boru Çaplarının Hidrolik Hesap Yöntemi ile Belirlenmesi

7.4.1 Genel

Sprinkler sisteminde hidrolik hesap yönteminin kullanılmasının amacı, sisteme yeterli su ve basıncın aktarılmasını güvence altına almak üzere ihtiyaç duyulan boru çapının belirlenmesidir. Hidrolik hesap yöntemi 1970'li yılların sonunda kullanılmaya başlanmış ve daha öncesinde boru çaplarını belirlemek için kullanılan tablo metodunun kullanımı sınırlandırılmıştır. Sprinkler sistemi için hesaplar, talebe göre yapılır. Sistemin bir bölümü suyun en zor ulaşacağı alan olarak tanımlanarak, en çok su ihtiyacı olan alan belirlenir. Bu alan en çok su ihtiyacı olan operasyon alanıdır. Bu alan belirlendikten sonra, tasarım kriterleri kullanılarak, hidrolik hesaplarla bu alan içinde yer alan tüm sprinklerden aynı anda su boşalacağı simülasyonu ile bu özel yangın sınıfındaki alanda beklenen en kötü durum yaratılır. Bu talep, bu alanda ihtiyaç duyulan minimum su ve basınç ihtiyaçları doğrulanarak belirlenir. Hidrolik hesaplamalara etki eden faktörler; tehlike sınıfı veya depolama sınıfı, sprinkler yerleşimi, borulama seçenekleri, su beslemeleri ve sprinkler tipleridir.

Hidrolik hesaplamalara başlamadan önce tasarım kriteri belirlenmelidir. Tasarım kriterleri tehlike sınıfı veya depolama sınıfına göre belirlenmelidir. Aynı binanın değişik alanları için farklı sınıflar ve dolayısıyla farklı tasarım kriterleri kullanılabileceği gibi tüm bina aynı tehlike sınıfı veya depolama sınıfına dahil olabilir. Öncelikle tehlike sınıfı veya depolama sınıfının belirlenmesinin sebebi, tasarım yoğunluğu kavramıdır. Tasarım yoğunluğu; altındaki taban alanına aktarılması tasarlanan su miktarıdır. Tasarım yoğunluğu için minimum değerlerin belirlenmesi konusu Bölüm 4'te verilmiştir.

Sprinkler sistemi su talebinin belirlenmesinde diğer önemli faktör; sprinkler yerleşimi ve boru tesisatıdır. Sprinkler yerleşimi sistem talebinin belirlenmesinde kritik rol oynar ve aynı zamanda sprinklerin bağlantı yolu da sistem talebini doğrudan etkiler. En uzak alana ulaşmak için suyun izlediği boru sistemi doğrudan toplam basınç kaybına etki eder. Sistem çaplandırması boru konfigürasyonunun tipine bağlı olarak büyük ölçüde değişir. Örneğin bir depolama alanında, merkezden veya kenardan beslenen ağaç boru tesisatı yerine, grid borulama sistemi kullanılması durumunda, boru çapları daha küçük olmaktadır.

¹ NFPA13-22.5.2.2.1

² NFPA13-22.5.3.4



Hidrolik hesaplara etki eden üçüncü faktör su beslemesidir. Sistem tasarımında hedef, verilen su beslemesinden mümkün olan en yüksek miktarda su alarak en ekonomik şekilde faydalanırken aynı zamanda da minimum tasarım kriteri için ihtiyaç duyulan basınç ve debi ile sistemi yeterli düzeyde besleyecek tasarımı sağlamaktır. Hidrolik hesapları doğrudan etkileyen dördüncü ve en son faktör ise sprinkler koruma alanıdır. Bu faktörün bu kadar önemli olmasının sebebi; tasarım yoğunluğunu sağlamak için gerekli minimum basınç ve debi değerini belirlemek için kullanılan denklem, hidrolik hesap prosedürünün ilk adımıdır.

7.4.2 Denklemler

Hidrolik hesap prosedüründe kullanılan dört ana formül bulunmaktadır:

$$\text{Denklem 1: } (d) (A) = Q_m$$

- d** = Tasarım yoğunluğu (Tehlike sınıfı veya depolama sınıfı tarafından talep edilen)
A = En çok su ihtiyacı olan sprinkler koruma alanı
Q_m = İstenen tasarım yoğunluğu elde etmek için sprinklerde istenen minimum debi (lt/dk)

$$\text{Denklem 2: } Q_m = K \sqrt{P}$$

- Q_m** = Verilen tasarım yoğunluğu elde etmek için sprinklerde istenen minimum debi (lt/dk)
K = Sprinkler K faktörü
P = Sprinklerde istenen minimum basınç

$$\text{Denklem 3: } Q_a = (Q_d) \sqrt{(P_y/P_d)} + Q_y$$

- Q_a** = İki ayrı debi ve basıncı birlikte dengelemeden sonra düzeltilmiş debi
Q_d = Verilen bir hidrolik noktadaki iki farklı debiden düşük olanı
Q_y = Verilen bir hidrolik noktadaki iki farklı debiden yüksek olanı
P_d = Verilen bir hidrolik noktadaki iki farklı basınçtan düşük olanı
P_y = Verilen bir hidrolik noktadaki iki farklı basınçtan yüksek olanı

$$\text{Denklem 4: } P_s = 6.05 \left(\frac{(Q_m)^{1.85}}{(C)^{1.85} (D)^{4.87}} \right) 10^5$$

- P_s** = Sürtünmeye bağlı basınç kaybı (bar/m)
Q_m = Akış debisi (lt/dk)
C = Boru pürüzlülük katsayısı
D = Boru iç çapı (mm)
(Hazen-Williams Sürtünme Kaybı Formülü)

7.4.3 Hidrolik Hesap Adımları

7.4.3.1 Sprinkler Borulama Tesisatının Belirlenmesi

Sprinkler borulama sistemleri; merkezden beslemeli ağaç sistemi, loop ve grid boru tesisatıdır. Hidrolik açıdan her bir boru tesisatının çeşitli avantaj ve dezavantajları bulunmaktadır. Boru çapı ile birlikte, boru cinsi de seçilmelidir. Bu kararın alınmasında işçilik, imalat, su miktarı ve malzemelerin bulunabilirliği göz önüne alınmalıdır.

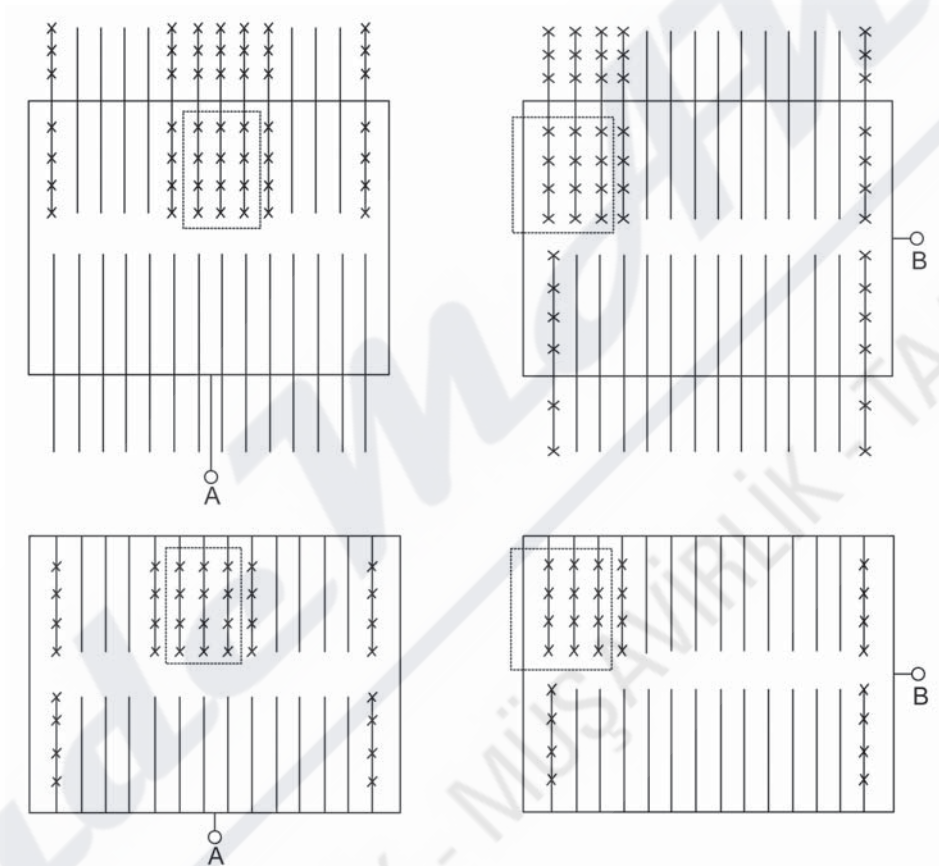
7.4.3.2 Tasarım Alanının Belirlenmesi

(a) Kritik Hidrolik Tasarım Alanının Belirlenmesi

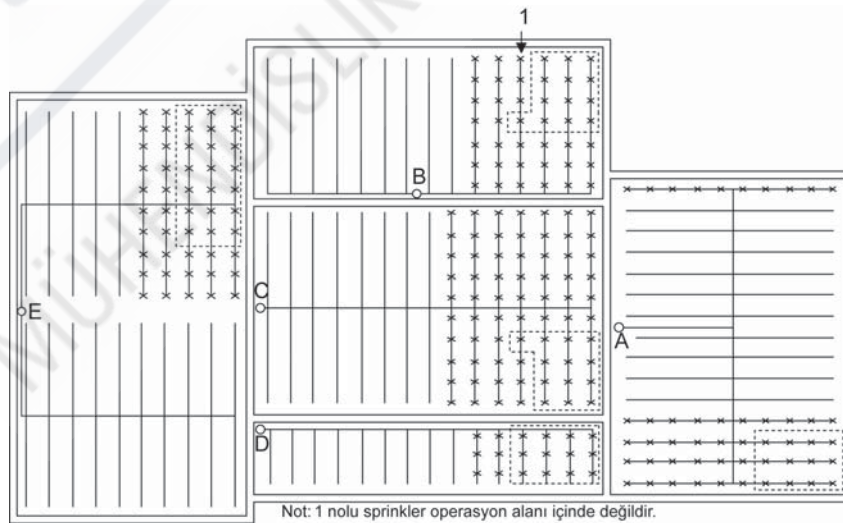
Tasarım yapılan tehlike sınıfı veya depolama sınıfına uygun hidrolik kriterlerin verildiği yoğunluk/alan tabloları veya eğrileri kullanılarak tasarım yoğunluğu ve operasyon alanı



seçilmelidir. (Bkz. Bölüm 5) Kritik hidrolik operasyon alanı, suyun en zor ulaşacağı ve en fazla su ihtiyacı olan alana göre belirlenir. Genel olarak, ağaç sistemi ve loop sisteminde, kritik hidrolik operasyon alanı su besleme kolonuna en uzak noktada ve en üst kattaki en uzak alandır. Bina içinde birden fazla tehlike sınıfı veya kot değişikliği bulunuyorsa ve kritik alan belirgin değilse, kritik hidrolik tasarım alanı birden fazla hesap yapılarak belirlenir. Grid sistemlerde en az 3 set hidrolik hesap yapılarak kritik alan belirlenmelidir.



Şekil 7.4.3.2(a) Kritik Hidrolik Tasarım Alanı Örnekleri



Şekil 7.4.3.2 (b) Kritik Hidrolik Tasarım Alanı Örnekleri



(b) Hidrolik Açıdan En Elverişli Alanın Belirlenmesi

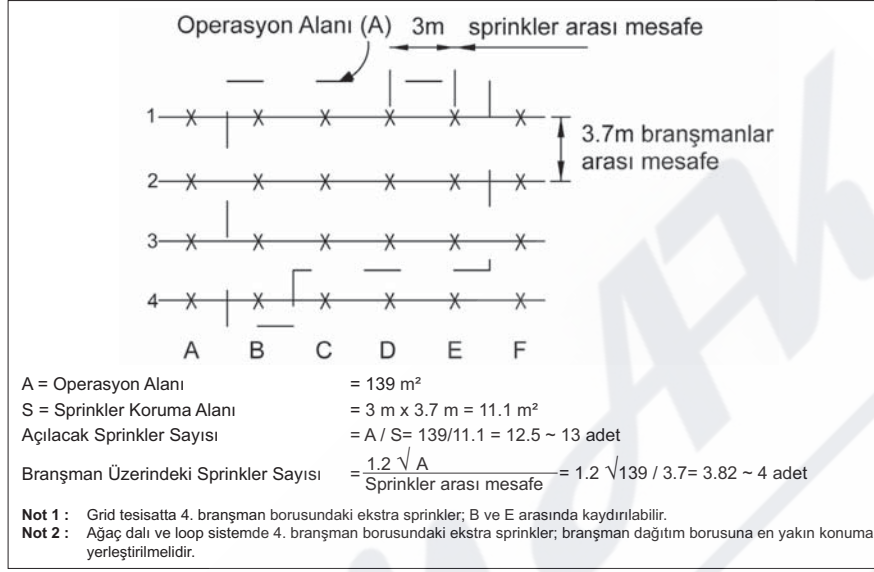
Denklem 2'ye göre; debi basıncın kareköküyle doğru orantılı olarak artar. Hidrolik olarak basınç kayıplarının en az olduğu bölge, kritik tasarım alanına kıyasla daha fazla su debisi gerektirir. En elverişli alan, suyun en kolay ulaşacağı ve en az basınç kaybı olan alana göre belirlenir. Genel olarak, ağaç sistemi ve loop sisteminde, en az basınç kaybı olan alan, besleme kolonuna en yakın noktada ve en alt katta bulunan alandır.

Mümkün olduğu kadar kareye yakın seçilmelidir. Ağaç veya loop sistemlerde; sadece bir dağıtım borusunda bulunan sprinkler grubunu içeren yer seçilmelidir. Grid boru düzeninde en elverişli alan, hidrolik bakımdan en yakın yerdeki branşmanları kapsamalıdır. Branşman üzerine yerleştirilemeyen sprinkler, diğer branşmanda dağıtım borusuna en yakın olan yere yerleştirilir.

7.4.3.3 Kritik Hidrolik Tasarım Alanında Açılacak Sprinkler Sayısının Belirlenmesi

Kritik hidrolik operasyon alanı seçiminden sonra, bu alanda açılacak sprinkler sayısı belirlenmelidir. Bu alandaki sprinkler yerleşiminin uniform olduğu düşünülürse, sprinkler sayısı operasyon alanı sprinkler koruma alanına bölünerek belirlenmelidir. Elde edilen sonuç ondalıklı ise bir üst tamsayıya yuvarlanmalıdır. Operasyon alanındaki sprinkler düzensiz bir şekilde yerleştirildiyse, gerçek sprinkler yerleşimi dikkate alınarak, operasyon alanı geometrik olarak değerlendirilmelidir.

- (a)** Tasarım alanı dikdörtgen olmalıdır. Dikdörtgenin branşmanlara paralel olan kenarı operasyon alanının karekökünün 1.2 katı olmalıdır. Sistemde bu şartı sağlayacak sayıdan daha az sayıda sprinkler bulunması durumunda bu alan, minimum tasarım alanı şartını sağlayacak şekilde genişletilmelidir. Sprinkler sayısı dikdörtgen tasarım alanı oluşturacak sayıdan az ise yakınındaki branşmana sprinkler ilavesi yapılarak dikdörtgen alan oluşturulur.
- (b)** Tasarım alanı olarak, sprinklerin altında bulunan taban alanı dikkate alınmalıdır. Sprinkler eğimli çatıda bulunuyorsa, hidrolik hesap için tasarım alanı olarak sprinklerin altında bulunan taban alanı kullanılmalıdır.
- (c)** Hidrolik hesapta sprinkler ve branşmanlar arası yatay mesafeler dikkate alınmalıdır.
- (d)** Sprinklerin hem tavan üstü hem de tavan altında bulunduğu durumlarda su debisi belirlenirken, tavanla bölünmüş iki ayrı alandaki sprinklerin tamamının açılacağı öngörülmez. Ancak tavan tamamen açıksa, bu durum hesapta değerlendirilerek, aynı anda açılması olası olan sprinklerin tamamı hesaba katılarak, hidrolik hesaba ihtiyaç duyulan en yüksek debi belirlenmelidir.
- (e)** Asma tavan ve yükseltilmiş döşeme boşluklarında veya engelin altında ve/veya üstünde yeralan sprinkler hidrolik hesaba katılmaz.
- (f)** Sprey veya iri damlacıklı sprinklerin engellerin altına ve üstüne ilavesinin gerekli olduğu durumlarda, tasarım alanı içinde kalan ilave sprinkler, açılacak sprinkler sayısına eklenmez.
- (g)** ESFR sprinkler kullanılması durumunda, kritik tasarım alanında bulunan 3 adet branşmanda 4'er tane sprinkler açılarak toplam 12 adet sprinkler için hidrolik hesap yapılır. Tasarım alanı 89 m²'nin altında olmamalıdır. Engel altında ve üstünde ilave ESFR sprinkler bulunuyorsa, ilave seviyelerin sadece birinden en fazla iki adet ESFR sprinkler hesaba ilave edilmelidir.



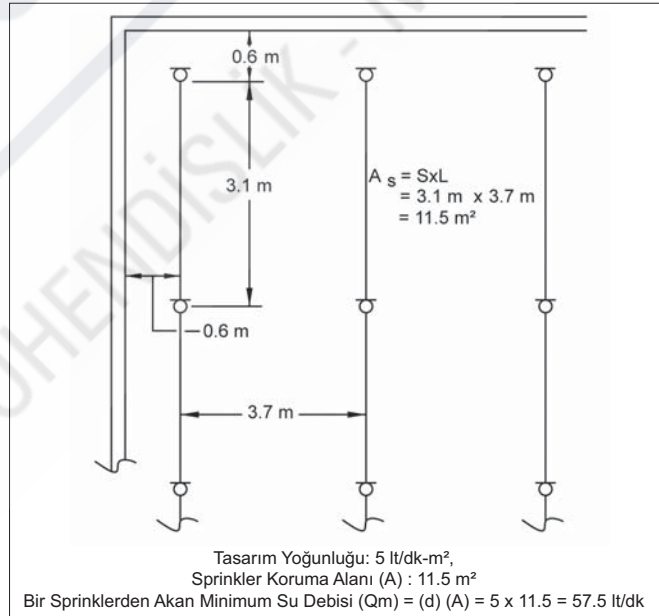
Şekil 7.4.3.3 Örnek: Operasyon Alanında Açılacak Sprinkler Sayısının Hesabı

7.4.3.4 En Çok Su Debisi Gerektiren Sprinklerin Tespiti

Tasarım alanı belirlendikten sonra, tasarım alanı içinde en çok su debisi gerektiren sprinkler belirlenmelidir. En büyük koruma alanına sahip sprinkler en çok su debisi gerektiren sprinkler olacaktır. Genellikle en uzak noktadaki sprinkler en fazla su debisi ihtiyacı gerektirir ve hidrolik hesaba bu sprinklerden başlanmalıdır.

7.4.3.5 Bir Sprinklerden Akan Minimum Su Debisinin Belirlenmesi

Denklem 1 kullanılarak, tasarım yoğunluğunu sağlamak üzere bir sprinklerden akması gerekli minimum su debisi hesaplanmalıdır. Denklemde kullanılacak sprinkler koruma alanı, tasarımılanan koruma alanı olmalıdır. Maksimum koruma alanı veya gerçek koruma alanı değerleri kullanılmaz. Eğer bu debi değeri doğru tespit edilmezse, hidrolik hesabın bundan sonraki adımları doğru olmayacaktır.



Şekil 7.4.3.5 Örnek: Bir Sprinklerden Akan Minimum Su Debisinin Hesabı



7.4.3.6 Sprinkler Minimum Basıncının Belirlenmesi

Madde 7.4.4.4'te belirlenen su debisini sağlayacak en düşük sprinkler basıncı, Denklem 2 ile belirlenir.

- Herhangi bir standart sprinklerdeki minimum basınç 0.5 bar'ın altında olmamalıdır. Sprinklerden akan su debisi değerine göre su basıncı 0.5 bar'dan daha az ise bir sprinklerden akan su debisi Denklem 2'de minimum basınç değeri olan 0.5 bar'a göre tekrar belirlenmelidir. Bu değer sprinklerden akan minimum su debisi değeri olarak alınmalıdır.
- Bazı sprinkler tiplerinde minimum basınç değeri daha yüksek olabilmektedir. Özel tasarımlarda, sprinklerdeki minimum basınç, sprinklerin onay listelerinden belirlenmelidir.

Örnek:

Şekil 7.4.3.5'te belirlenen su debisini sağlayacak basınç Denklem 2 ile belirlenir.

57.5 lt/dk standart sprinkler için minimum basınç:

$$Q_m = K \sqrt{P} \rightarrow 57.5 = 80 x \sqrt{P} \rightarrow P = 0.52 \text{ bar} > 0.5 \text{ bar}$$

Not:

P değeri 0.5 bar'dan küçük ise bir sprinklerden akan su debisi tekrar belirlenmelidir.

7.4.3.7 Boru Pürüzlülük Katsayısının (C) Belirlenmesi

Bu katsayı Hazen-Williams formülünde kullanılan bir sabittir. Seçilen boru tipine göre boru pürüzlülüğünü gösterir. Her boru tipi için C katsayıları aşağıdaki tabloda verilmiştir. Aynı zamanda kullanılacak sistem tipine bağlı olarak C katsayısındaki korelasyon belirtilmektedir.

Tablo 7.4.3.7 Çeşitli Boru Tipleri İçin Boru Pürüzlülük Katsayıları (C)¹

Boru Tipi	Pürüzlülük Katsayısı (C)
Dikişsiz döküm demir veya düktil demir	100
İçi çimento kaplı düktil demir	140
Siyah çelik boru (Kuru borulu ve ön tepkili sistemler)	100
Siyah çelik boru (Islak borulu ve baskın sistemler)	120
Galvaniz boru (Tümü)	120
Plastik -yangın onaylı (Tümü)	150
Bakır veya paslanmaz çelik	150

7.4.3.8 Toplam Boru Uzunluğu, Fittinglerin Tipi ve Miktarı, Tesisat Üzerindeki Cihazların Tipi ve Miktarının Belirlenmesi

Bu adımda ilk hidrolik noktadan en uç noktaya kadar tüm boru uzunluğuna bağlı olarak eşdeğer boru uzunlukları hesaplanır. Boru üzerinde yer alan fitting ve diğer cihazların düz boru cinsinden eşdeğer uzunlukları, tablolar yardımıyla veya üreticilerin belirlediği spesifik değerlere göre belirlenir. Çeşitli tipte fitting ve cihazların eşdeğer boru uzunlukları **Tablo 7.4.3.8'**de verilmiştir. Fittinglerin tamamının hesaba katılması öngörülmez. Ancak, çoğu standartta talep edilmemesine karşılık, bazı sigorta kuruluşları içinden su geçişi olan her kaplin için 1 ft eşdeğer boru uzunluğu kayıp öngörmektedir. Bu değer tek başına fark oluşturmasa da toplamda fark yaratabilir. Bu yüzden tüm boru, fitting, vana gibi cihazların aşağıda belirtilen durumlara uygun olarak hesaba katılması önemlidir.

- Drenaj hattı basınç kaybı hidrolik hesaba katılmaz.

¹ NFPA13-Tablo 22.4.4.7



- (b) Akış yönünün değişmediği noktalarda bulunan te hidrolik hesaba katılmaz. Ancak su akışı te içinden 90 derece yön değiştirerek oluyorsa, te içinde meydana gelecek kayıp hesaba katılmalıdır.
- (c) Redüksiyon dirseklerde en küçük çapa göre eşdeğer boru uzunluğu değeri kullanılmalıdır.
- (d) Dişli bağlantılarda standart dirsek eşdeğer boru uzunluğu değeri kullanılmalıdır. Flanşlı, kaynaklı veya diğer bağlantı tiplerinde uzun dirsek eşdeğer boru uzunluğu değeri kullanılmalıdır.
- (e) Sprinklerin bağlı olduğu fitting hidrolik hesaba katılmaz. Örneğin; sprinkler branşmana bağlı bulunan dişli te üzerine doğrudan monte ediliyorsa ve te ile sprinkler arasında nipel bulunmuyorsa, toplam eşdeğer uzunluğuna katılmaz.
- (f) Dağıtım borusu uzantısı üstündeki te branşman borusuna eklenmelidir. Dağıtım borusu uzatma borusu altında bulunan te, dağıtım borusu uzantısına eklenmelidir. Branşman dağıtım borusu ile ana dağıtım borusu birleşim noktasındaki cross veya te ise branşman dağıtım borusuna eklenerek, hesap yapılmalıdır.

Tablo 7.4.3.8 Çelik Boru Eşdeğer Boru Uzunluğu Tablosu¹

Fitting ve Vanalar	Fitting ve Vanaların Eşdeğer Boru Uzunlukları (m)									
	25	32	40	50	65	80	100	150	200	250
90° Standart dişli dirsek	0.77	1.00	1.2	1.5	1.9	2.4	3.0	4.3	5.7	7.4
90° Kaynaklı dirsek (r/d =1,5)	0.36	0.49	0.56	0.69	0.88	1.1	1.4	2.0	2.6	3.4
45° Dirsek	0.40	0.55	0.66	0.76	1.0	1.3	1.6	2.3	3.1	3.9
Te (Akışta 90° dönüş)	1.5	2.1	2.4	2.9	3.8	4.8	6.1	8.6	11.0	14.0
Sürgülü vana	—	—	—	0.38	0.51	0.63	0.81	1.1	1.5	2.0
Alarm veya çek vana (swing tip)	—	—	—	2.4	3.2	3.9	5.1	7.2	9.4	12.0
Alarm veya çek vana (mantar tip)	—	—	—	12.0	19.0	19.7	25.0	35.0	47.0	62.0
Kelebek vana	—	—	—	2.2	2.9	3.6	4.6	6.4	8.6	9.9
Glob vana	—	—	—	16	21	26	34	48	64	84

Not:

Bu tablodaki değerler, Hazen-Williams C katsayısı 120 olan borularla kullanılmalıdır. Diğer C katsayıları için aşağıda verilen çarpan faktörleri kullanılmalıdır:

C Katsayısı Çarpan Faktörü					
C Katsayısı değeri	100	120	130	140	150
Çarpan faktörü	0.713	1	1.16	1.33	1.51

7.4.3.9 Bir Metre Borudaki Sürtünme Kaybının (Ps) Hesaplanması

Birinci sprinklerden akan sprinkler su debisi kullanılarak, Denklem 4'e göre 1 m borudaki sürtünme kaybı (Ps) belirlenir. Çelik boru et kalınlıkları ve iç çapları **Tablo 7.4.3.9'**da verilmiştir.

7.4.3.10 Hidrolik Düğüm Noktaları Arasındaki Toplam Basınç Kaybının (Pf) hesaplanması

Başlangıç noktası ile sonraki hidrolik düğüm noktası arasındaki toplam eşdeğer boru uzunluğu ile bu değer çarpılarak, sürtünmeye bağlı toplam basınç kaybı (Pf) hesaplanır.

¹ EN12845-Tablo 23



Tablo 7.4.3.9 Çelik Boru İç Çapları Tablosu¹

Boru Anma Çapı (mm)	Dış Çap (mm)	Orta Seri Boru		Ağır Seri Boru	
		İç Çap (mm)	Et Kalınlığı (mm)	İç Çap (mm)	Et Kalınlığı (mm)
25	33.7	27.2	3.2	25.70	4.0
32	42.4	35.9	3.2	34.40	4.0
40	48.3	41.8	3.2	40.30	4.0
50	60.3	53.0	3.6	51.30	4.5
65	76.1	68.8	3.6	67.10	4.5
80	88.9	80.8	4.0	78.90	5.0
100	114.3	105.3	4.5	103.50	5.4
125	139.7	129.7	5.0	128.90	5.4
150	165.1	155.1	5.0	154.30	5.4

7.4.3.11 Yükseklik Farkına Bağlı Basınç Kayıplarının (Pe) Belirlenmesi

Yükseklik farkına bağlı kayıplar bazen sistemdeki en fazla hidrolik kaybı oluşturur. Bu kayıp, suyun ağırlığına bağlı olarak su sütununun kullandığı basınç miktarını gösterir. Herhangi iki hidrolik düğüm noktası arasındaki (m) olarak yükseklik farkı, yerçekimi ivmesine bağlı olarak 0.098 katsayısıyla çarpılarak, yükseklik farkına bağlı basınç kaybı hesaplanır. Su yukarı yönde hareket halindeyken basınç kaybı negatiftir ve basınçta kayıp olur, su aşağı yönde hareket halinde olduğunda ise basınç kaybı pozitifdir ve basınçta kazanım olur.

$$Pe = \text{Yükseklik farkı (m)} \times 0.098 \text{ bar/m}$$

7.4.3.12 Bir Sonraki Düğüm Noktasındaki Gerekli Basıncın (Pt) Belirlenmesi

(Pt+Pe+Pf) basınç kayıpları toplanarak, bir sonraki düğüm noktasındaki gerekli basınç ihtiyacı hesaplanır. Bu değer, ikinci noktada bulunan sprinklerden akan su debisini belirlemek üzere kullanılır.

7.4.3.13 Hidrolik Düğüm Noktalarından Beslemeye Kadar Hesapların Tekrarı

Hidrolik hesap yönteminde, en basit yol olarak; tasarım yoğunluğu için gerekli minimum sprinkler debisi belirlenir. Bu debi ikinci noktaya kadar olan boru, fittings ve diğer kayıp yaratan ekipmanlar içinden geçirilir. Bu çap ölçüsü tahmini olarak belirlenir. Buna göre, iki nokta arasındaki basınç kaybı belirlenerek, yükseklik farkı nedeniyle oluşan basınç kaybı eklenir. Operasyon alanındaki debi ve basınçlar belirlendikten sonra, geriye doğru besleme sistemine (kolon veya yangın pompası) kadar, yükseklik farkına bağlı statik basınç ile boru ve fittingler için sürtünme kayıpları eklenerek devam edilir.

Sprinkler debisi belirlenirken aşağıdaki adımlar uygulanır:

- 1. sprinklerin debisi, Denklem 1'e göre hesaplanır ve minimum basıncı kontrol edilir.
- 2. düğüm noktasındaki basınç; birinci sprinklerdeki toplam basınca, 1-2 arası boru parçasındaki basınç kaybı eklenerek hesaplanır.
- 2. sprinkler debisi, 2. düğüm noktasındaki basınç kullanılarak Denklem 2'ye göre hesaplanır.
- Aynı branşmandaki, üçüncü ve devamındaki sprinklerin debi ve basınçları aynı şekilde hesaplanır.

¹ TS EN 10255/2007-Çizelge 2



Tek branşman borusu bağlanan dağıtım borusundaki basıncı hesaplamak için aşağıdakiler eklenir:

- Branşman dağıtım borusuna en yakın noktadaki sprinklerin toplam basıncı
- Son sprinkler ve branşman dağıtım borusundaki basınç kaybı
- Branşman borusu ile branşman dağıtım borusunu bağlayan yükseltme nipelinin tepe noktasındaki dirsek veya te basınç kaybı
- Yükseltme nipel uzunluğunun basınç kaybı
- Nipelin altındaki te veya dirseğin basınç kaybı

Hidrolik hesapların tekrarında aşağıdaki konular dikkate alınmalıdır:

(a) Eğer, birinci uzatma nipelinden iki adet branşman besleniyorsa, nipel üzerindeki te, nipel ve branşman borusu çapları değişir.

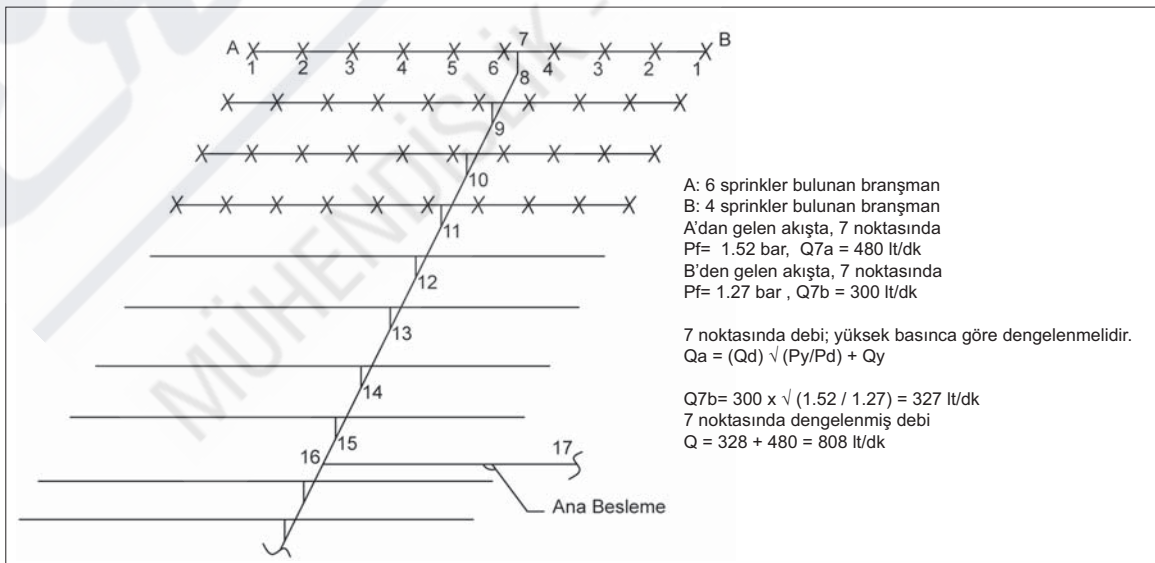
(b) Eğer, birden fazla branşman hesaba katılıyorsa ve birbirinin eşdeğer ise, K değeri hepsinde aynıdır. Tek branşmanda yapılan hesap, diğer branşmanlara eşdeğer K faktörü hesaplanarak aktarılır. Eşdeğer K faktörü her branşman için hesaplanarak, hesapta kolaylık sağlanır. K faktörü $K = Q / \sqrt{P}$ formülü kullanılarak belirlenir. Diğer branşmanlar aynı şekilde hesaplanır.

Örneğin; 5 noktasındaki A branşmanının K değeri, 6 noktasında da aynıdır. 6 noktasındaki basıncı; 5-6 düğüm noktaları arasındaki toplam basınç kaybına, 5 noktasındaki basınç eklenerek belirlenir. B branşman borusuna giren debi, K ile 6 noktasındaki basıncın karekökünün çarpımına eşit olacaktır.

(c) Branşman boruları üzerindeki sprinkler sayısının değişiklik gösterdiği durumlarda;

Örneğin; 15 sprinkler, 16 sprinkler, 15 sprinkler vb. 15 sprinkler bulunan branşman için K faktörü ve 16 sprinkler bulunan branşman için K faktörü hesaplanır. Yukarıdaki örnekte verilen işlem her sıraya uygun K faktörü için tekrarlanır.

(d) Eğer iki branşman borusu tek bir te'ye bağlı ise, debiler (Q_i ve Q_j) ve branşman dağıtım borusu basınçları (P_{ti} ve P_{tj}) örnekte verildiği şekilde hesaplanır. Eğer P_{ti} ve P_{tj} birbirine eşit değil ise dengeleme yapılmalıdır çünkü aynı noktada iki farklı basınç bulunamaz. Eşitlemek için düşük olan basınç, büyük olan basınca eşitlenir. Denklem 3 kullanılarak, Q_d değeri, $Q_y + P_y/P_d$ değerine dengelenir. Belirlenen debi ve akış değerinden K değeri Denklem 2'ye göre hesaplanarak, diğer branşman için kullanılır. (Örnek için, Bkz. **Şekil 7.4.3.13(d)**)



Şekil 7.4.3.13(d) Örnek: Hidrolik Hesaplarda Basınç Dengeleme Hesabı



7.4.3.14 Su Hızı Limitleri

Operasyon alanı içindeki sprinklerin tamamının açılması durumundaki su akışında, su hızı aşağıdaki değerleri aşmamalıdır. Su hızı Hazen Williams formülünün bir fonksiyonudur.

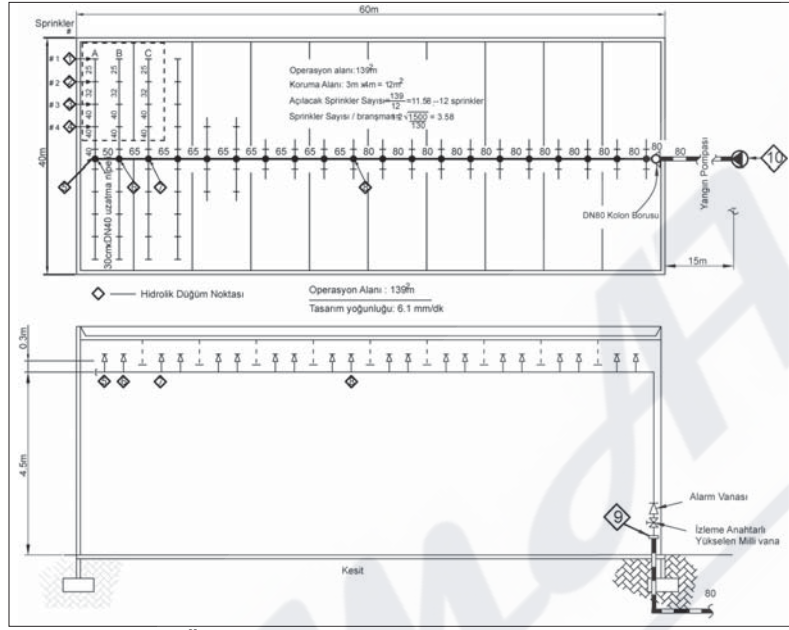
- ▶ Herhangi vana veya debi ölçüm cihazında su hızı limiti: 6 m/sn
- ▶ Sistemdeki herhangi noktadaki su hızı limiti: 10 m/sn

7.4.4 Hidrolik Hesap Örneği

Madde 7.4.3'te verilen hidrolik hesap adımları uygulama örneği **Tablo 7.4.4**'te verilmiştir.

Örnek uygulamasında aşağıdaki adımlar izlenmiştir.

- 1) Öncelikle hidrolik düğüm noktaları belirlenerek numaralandırılır. Boruların çaplarında değişiklik olan noktalar da hidrolik düğüm noktası olarak tanımlanır. **Şekil 7.4.4(a)**'te hidrolik düğüm noktaları verilmiştir.
- 2) Hesaplamaya en çok su ihtiyacı olan $\neq 1$ nolu sprinklerden başlanır. Sprinkler koruma alanına göre bir sprinklerden akan minimum su debisi belirlenir. Denklem 1'e göre; $Q_m = (d) (A)$ hesaplanır. Bu debi değeri için, bu sprinklerdeki minimum basınç 0.5 bar'ın altında olmamalıdır. Bu basınç değeri Denklem 2'ye göre kontrol edilirse; $Q = k \cdot \sqrt{p}$ denkleminde $P = (Q/K)^2$ ile elde edilen basınç değerinin 0.5 bar'dan büyük olduğu kontrol edilir. Elde edilen debi Q satırına ve basınç değeri Pt satırına yazılır.
- 3) Boru ölçüsü sütununa, sırasıyla boru çapı, boru iç çapı ve boru tipine bağlı sürtünme faktörü (C) yazılır.
- 4) İki hidrolik nokta arasındaki boru üzerindeki fittings ve cihazların sayısı ve tipleri bir sonraki sütunda belirlenir.
- 5) Eşdeğer boru uzunluğu sütununda boru uzunluğu L satırına, fittinglerin eşdeğer boru uzunluğu F satırına, toplam eşdeğer boru uzunluğu T satırına yazılır. T değeri L ve F değerlerinin toplamını verir.
- 6) Bir sonraki adımda, Hazen Williams formülüne göre bir metre boru uzunluğundaki bar cinsinden sürtünme kaybı (Ps) hesaplanır.
- 7) Basınç özeti sütununda Pt değeri o noktadaki minimum basınç değeridir. Pe değeri yükseklik farkı nedeniyle oluşan basınç kaybı değerini gösterir. $Pe = \text{Yükseklik farkı (m)} \times 0.098$ bar/m olarak belirlenir. Pf değeri toplam eşdeğer boru uzunluğundaki toplam basınç kaybını gösterir. Pf değeri, toplam eşdeğer boru uzunluğu ile sürtünme kaybının çarpımı ile belirlenir.
- 8) Son olarak, $P+Pe+Pf$ toplanarak bir sonraki hesap noktasının basınç değeri belirlenmiş olur.
- 9) İlk düğüm noktası için hesap tamamlandıktan sonra 2. düğüm noktası için aynı hesaplamalar tekrarlanır. İlk sprinklerin debisi belirlenirken yapılan hesaptan farklı olarak 2. sprinklerin debisi, $Q = k \cdot \sqrt{p}$ formülünde, 1. düğüm noktasında bulunan P değeri kullanılarak belirlenir.
- 10) Her hidrolik düğüm noktasındaki akış, sprinkler akış miktarları toplanarak belirlenir.



Şekil 7.4.4(a) Örnek: Hidrolik Hesap Çizimi (Plan ve Kesit)

Tablo 7.4.4 Örnek: Hidrolik Hesaplama

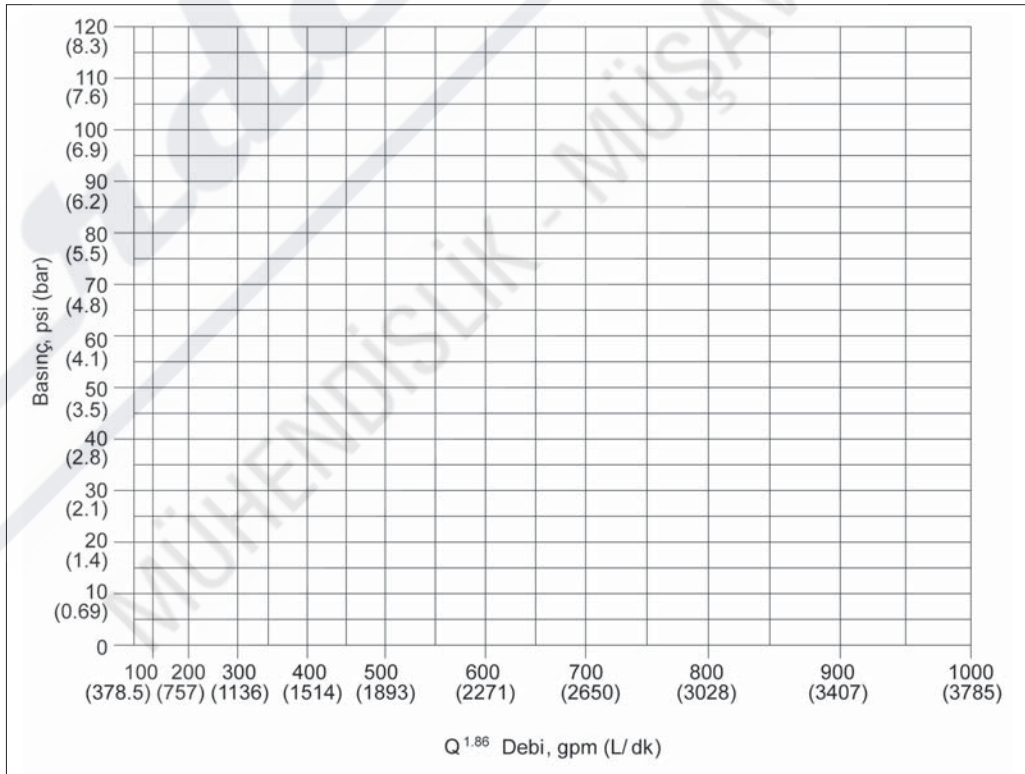
Adım No	Sprinkler No ve Lokasyon	Debi (lt/dk)	Boru Çapları	Fittings ve Vanalar	Eşdeğer Boru Uzunluğu (m)	Sürtünme Kaybı (Ps) (bar/m)	Basınç Özeti (bar)	Açıklamalar
1	# 1 A1-2	q	25		L 4		pt 0.84	$Q_{min}=(d) (A)=6.1 \times 12=73.2$
		Q	73.2	33.7	F 0		pe 0	$P=(73.2/80)^2=0.84 > 0.5 \text{ bar}$
2	# 2 A2-3	q	32		L 4		pt 0.97	$q=80 \text{ l} \cdot 0.97=78.8$
		Q	152.0	42.4	F 0		pe 0	
3	# 3 A3-4	q	40		L 4		pt 1.07	$q=80 \text{ l} \cdot 1.07=82.8$
		Q	234.8	48.3	F 0		pe 0	
4	# 4 A4-5	q	40	2T-4.8	L 6.3		pt 1.18	$q=80 \text{ l} \cdot 1.18=86.9$
		Q	321.7	48.3	F 4.8		pe 0.03	
5	A1-5	q	50		L 3		pt 1.73	$pe=0.3 \times 0.098=0.03$
		Q	321.7	60.3	F 0		pe	$K=321.7 \text{ l} \cdot 1.73=244.6$
6	B6-7	q	65		L 3		pt 1.77	$q=244.6 \text{ l} \cdot 1.77=325.4$
		Q	647.1	76.1	F 0		pe	
7	C7-8	q	65		L 21		pt 1.82	$q=244.6 \text{ l} \cdot 1.82=330.0$
		Q	977.1	76.1	F 0		pe	
8	8-9	q	80	D-1.1	L 36		pt 2.51	$pe=4.5 \times 0.098=0.44$
		Q	977.1	88.9	AV-3.9	F 5.6	pe 0.44	
9	9-10	q	80	YMV-0.63	T 41.6	0.015	pf 0.62	
		Q	977.1	88.9	YMV-0.63	F 9.9	pe	$C=6.53 \times 1.51=9.86$
		q	80	D-1.1	L 15		pt 3.58	
		Q	977.1	88.9	YMV-0.63	F 9.9	pe	
		q	80	T-4.8	T 24.9	0.01	pf 0.25	
		Q	977.1	88.9	T-4.8	24.9	0.01	
		q	80		L		pt 3.82	
		Q	977.1		F		pe	
		q	80		T		pt 3.82	
		Q	977.1		F		pe	



Hidrolik Hesaplar

Firma Adı	_____	
Firma Adresi	_____	
Kontrol No	001	
Tarih	0.01.2008	
Tasarım		
Tehlike sınıfı	Orta Tehlike	
Tasarım yoğunluğu	6.1	lt.dk/m ²
Operasyon alanı	139	m ²
Sprinkler koruma alanı	12	m ²
Özel sprinkler	-	
Hesap yapılan sprinkler sayısı	12	
Raf-arası sprinkler ihtiyacı	-	
Hortum su ihtiyacı	1100	lt/dk
Toplam su ihtiyacı (Hortum dahil)	2077	lt/dk
Yüklenici Adı	_____	
Tasarım Adı	_____	
Adres	_____	
Yetkili Kuruluş	_____	

Şekil 7.4.4(b) Örnek: Hidrolik Hesap Özet Sayfası



Şekil 7.4.4(c) Örnek: Hidrolik Hesap Grafiği