



**T.C.
İSTANBUL ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**



DOKTORA TEZİ

**SIĞ SULARA BOŞALTIM YAPAN ISIL DENİZ
DEŞARJLARININ BİRİNCİ SEYRELMEİNİN
İNCELENMESİ**

Fatma DJAMAA

Çevre Mühendisliği Anabilim Dalı

Çevre Mühendisliği Programı

Danışman

Doç. Dr. Semih NEMLİOĞLU

Haziran, 2016

İSTANBUL

Bu alışma 24/06/2016 tarihinde aşağıdaki jüri tarafından Çevre Mühendisliğı Anabilim Dalı Çevre Mühendisliğı programında Doktora Tezi olarak kabul edilmiştir.

Tez Jürisi:

Doç. Dr. Semih NEMLİOĞLU(Danışman)
İstanbul Üniversitesi
Mühendislik Fakültesi

Prof. Dr. Mehmet BERKÜN
İstanbul Kültür Üniversitesi
Mühendislik Fakültesi

Doç. Dr. Hüseyin SELÇUK
İstanbul Üniversitesi
Mühendislik Fakültesi

Prof. Dr. Yaşar NUHOĞLU
Yıldız Teknik Üniversitesi
İnşaat Fakültesi

Doç. Dr. Hüseyin Kurtuluş ÖZCAN
İstanbul Üniversitesi
Mühendislik Fakültesi



Bu çalışma Cezayir Yükseköğretim ve Bilimsel Araştırma Bakanlığı, eğitim ve gelişim yönetimi altında işbirliği ve üniversitelerarası yurtdışı değişim yönetimi TÜRKİYE programı tarafından 054 /bis./PG./ No' lu burs ile desteklenmiştir.

This study, Ministry of Higher Education and Scientific Research of Algeria, management of co-operation and inter-university exchanges under the direction of training and development was supported by abroad scholarship program No. 054 /bis./PG./ TURKEY studies).

Cette étude, Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique Algerienne, direction de la co-operation et des echanges inter-universitaire, sous la direction de la formation et du perfectionnement a l'etranger et de l'insersion a été soutenu par un programme de bourses d'études (No 054 /bis./PG./ TURQUIE).

ÖNSÖZ

İstanbul Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Çevre Mühendisliği Anabilim Dalı'na Doktora Tezi olarak sunduğum “**Sığ Sulara Boşaltım Yapan Isıl Deniz Deşarjlarının Birinci Seyrelmesinin İncelenmesi**” başlıklı Doktora Tezi çalışmamın süresince, her aşamasında yüksek ilgisini, tavsiyelerini, yardımlarını ve desteğini esirgemeyen, her an bilgi aktarımı sunan, tez çalışmamın oluşturulması için İ.Ü.Çevre Mühendisliği Bölümü'ne, Çevre Akışkanlar Mekaniği Laboratuvarı'nı kurarak böyle bir çalışmanın yapılabilir hale getirilmesinde her türlü yardımı gösteren çok değerli hocam Sayın Doç. Dr. Semih NEMLİOĞLU' na en içten dileklerimle teşekkürlerimi sunarım. Deneyisel çalışmalarım sırasındaki yardımlarından ötürü Dr. Naim SEZGİN' e de teşekkür ederim. Jüri heyetinde bulunan Prof. Dr. Mehmet BERKÜN ve Doç. Dr. Hüseyin Kurtuluş ÖZCAN ' a da tavsiyelerinden ötürü teşekkürlerimi sunarım.

Bu çalışmanın gerçekleştirilmesinde yardımlarını esirgemeyen İ.Ü. Mühendislik Fakültesi Çevre Mühendisliği Bölümü sayın öğretim üyelerine, çalışanlarına ve arkadaşlarıma teşekkür ederim.

Çalışmanın Türkiye'de gerçekleştirilmesinde manevi desteklerini esirgemeyen bütün uluslararası öğrenciler ve Türk arkadaşlarıma da teşekkür ederim.

Tez çalışmamın Türkiye' de gerçekleştirilmesinde maddi ve manevi desteklerini esirgemeyen Cezayir Milli Eğitim Bakanlığı' na, Yurtdışı Türkler ve Akraba Topluluklar Başkanlığı'na (YTB), T.C. Gençlik ve Spor Bakanlığı Yüksek Öğrenim Kredi ve Yurtlar Kurumu Genel Müdürlüğü' ne de teşekkürü borç bilirim.

Ayrıca, bana her zaman destek olup bugünlere gelmemde çok büyük emek gösteren aileme de sonsuz saygı ve teşekkürlerimi sunarım.

Haziran, 2016

Fatma DJAMAA

İÇİNDEKİLER

Sayfa No

ÖNSÖZ.....	i
İÇİNDEKİLER	ii
ŞEKİL LİSTESİ.....	ix
TABLO LİSTESİ.....	xvii
SİMGE VE KISALTMA LİSTESİ	xxxiii
ÖZET.....	xxxvi
SUMMARY	xxxviii
1. GİRİŞ.....	1
2. GENEL KISIMLAR	4
DENİZ ORTAMI.....	4
2.1.1. Deniz Suyu Özellikleri	5
2.1.1.1. Deniz Suyunun Sıcaklığı	5
2.1.1.2. Deniz Suyunun Tuzluluğu	7
2.1.1.3. Deniz Suyunun Yoğunluğu	10
2.1.1.4. Hidrojen İyonu Konsantrasyonu (pH)	12
2.1.1.5. İz Elementleri	13
2.1.1.6. Çözünmüş Gazlar.....	13
2.1.1.7. Deniz Suyunda Oksijen	14
2.1.1.8. Deniz Suyunda Azot	15
2.1.1.9. Hidrojen Sülfür (H ₂ S).....	15
2.1.1.10. Deniz Suyunda Fosfor Bileşikleri	16
2.1.1.11. Deniz Suyunun Optik Özellikleri	16
2.1.2. Sulardaki Toksik Maddeler	16
2.1.2.1. Sularda Bulunan Toksik Maddelerin Su Hayvanları Üzerine Etkisi .	16
2.1.2.2. Elementlerin Fonksiyonları	17
2.1.2.3. Elementlerin Toksik Etkileri	17
2.1.2.4. Ağır Metallerin Toksik Etkileri	17
2.1.2.5. Metal Zehirlenmesine Etki Eden Faktörler	18

2.1.2.6.	<i>Metal Kirliliğinin Deniz Ekosistemine Etkileri</i>	19
2.1.3.	Alıcı Ortam Su Kalite Standartları.....	19
2.1.4.	Deniz Kirlenmesi	22
2.1.4.1.	<i>Deniz Suyunun Kirlenme Sebepleri</i>	23
2.1.4.2.	<i>Deniz Kirlenmesinin Zararları</i>	24
2.1.4.3.	<i>Deniz Kirlenmesi Etkisinin Derecesi</i>	25
2.1.4.4.	<i>Deniz Suyu Kirlenmesine Karşı Alınacak Bazı Önlemler</i>	26
ATIKSU ÖZELLİKLERİ		27
2.2.1.	Atıksu Karakterizasyonunda Bazı Parametreler ve Etkileri.....	28
2.2.1.1.	<i>Biyolojik Oksijen İhtiyacı (BOİ)</i>	28
2.2.1.2.	<i>Kimyasal Oksijen İhtiyacı (KOİ)</i>	28
2.2.1.3.	<i>Fosfor</i>	28
2.2.1.4.	<i>Askıda Katı Madde (AKM)</i>	29
2.2.2.	Atıksuların Denize Deşarj Sistemleri.....	29
2.2.3.	Atıksuların Denize Deşarj Uygulamaları	29
2.2.4.	Deşarj Öncesi Atıksu Arıtımı.....	31
2.2.5.	Deniz Deşarjı Öncesi Arıtma Yöntemleri.....	32
2.2.5.1.	<i>Mekanik arıtım</i>	32
2.2.5.2.	<i>Biyolojik arıtım</i>	33
2.2.5.3.	<i>Fiziko-kimyasal arıtım</i>	33
2.2.5.4.	<i>Dezenfeksiyon</i>	34
2.2.6.	Deşarj Öncesi Yapılan Çalışmalar	35
2.2.7.	Atıksular denize deşarj dikkat edilmesi gereken hususlar	35
ATIKSU DEŞARJININ TANIMI VE TÜRLERİ VE DEŞARJ TİPLERİ		36
2.3.1.	Sığ Deşarjlar.....	40
2.3.2.	Derin deniz deşarjı	42
2.3.3.	Deşarj Yöntemleri	48
2.3.4.	Deşarj Yeri	49
2.3.5.	Deniz deşarjlarının projelendirilmesi.....	50
2.3.6.	Deniz Deşarjı Mevcut Çalışmalar	50
ISIL DEŞARJ		56
2.4.1.	Isıl Deşarjın Çevresel Etkileri	56
2.4.2.	Isıl Deşarjla İlgili Mevzuat.....	60
2.4.3.	Isıl Deşarj Bakımından Türkiye Denizleri	62

2.4.4.	LNG Terminallerinin Dünyadaki Konumu	64
2.4.5.	Deşarj Tesislerinin Geliştirilmesi İçin Yapılan Çalışmalar	65
DEŞARJ TESİSİ VE YAYICI		68
2.5.1.	Deşarj Tesisinin Genel Yapısı.....	68
2.5.2.	Yayıcı Tasarımı	71
2.5.3.	Jetler Ve Saçalar	74
2.5.4.	Yayıcı Hidroliği	76
2.5.4.1.	<i>Boru İçinde Akış</i>	76
2.5.4.2.	<i>Yayıcı İç Hidroliği</i>	76
2.5.4.3.	<i>Dışa Akış</i>	78
2.5.4.4.	<i>Temel Eşitlikler</i>	80
2.5.4.5.	<i>Debi İncelemesi</i>	81
SEYRELME		84
2.6.1.	Seyrelme ve Konsantrasyon	84
2.6.2.	Atıksuların Yayılması ve Seyrelmesi	86
2.6.2.1.	<i>Birinci Seyrelme (Yakın Alan Seyrelmesi)</i>	86
2.6.2.2.	<i>Yoğunluk Tabakalaşması</i>	88
2.6.2.3.	<i>İkinci Seyrelme</i>	91
2.6.2.4.	<i>Üçüncü Seyrelme</i>	91
YAKIN BÖLGE KARIŞIMI		92
2.7.1.	Durgun, homojen ortamda yatay yüzen jet	93
2.7.2.	Durgun, homojen ortamda çoklu yüzen jetler.....	99
2.7.3.	Akıntılı ortamın etkileri: Tekil saçak	101
2.7.4.	Akıntılı ortamda girişim yapan saçaklar	103
2.7.5.	Durgun, tabakalı ortam içerisine tekil saçak akışı	106
2.7.6.	Isıl Deşarj İçin Tekil Jet Davranışlarının Belirlenmesi.....	108
3. MALZEME VE YÖNTEM		110
3.1.	DENEYLERİN YAPILIŞI	114
3.1.1.	Deneylede Yapılan Kabuller.....	116
3.2.	DENEYSSEL VERİLERİN DEĞERLENDİRİLMESİ	117
3.2.1.	Sıcaklık Dağılımı	117
3.2.2.	Jet Yörüngeleri	117
3.2.3.	Jet Merkezi Koordinatları	118
3.3.	DENEYLERDE KULLANILAN CİHAZ VE EKİPMANLAR.....	119

3.3.1.	Deneylerde Kullanılan Cihaz ve Esas Ekipmanlar	119
3.3.2.	Yan Ekipmanlar	119
3.4.	DENEYLERDE KULLANILAN CİHAZ VE EKİPMANLARIN ÖZELLİK VE DUYARLILIKLARI	119
3.4.1.	Pleksiglas Deney Tankı.....	119
3.4.2.	Yüksekliği Ayarlanabilir Pleksiglas Taban.....	120
3.4.3.	Soğutucu-Isıtıcı Dijital Su Banyosu.....	121
3.4.4.	Peristaltik Pompa	121
3.4.5.	Dijital Debi Ölçer	121
3.4.6.	Sıcaklık ölçer.....	122
3.4.7.	Portatif Sıcaklık Ölçer.....	122
3.4.8.	Yoğunluk Ölçer.....	123
3.4.9.	Kronometre	124
3.4.10.	Dijital Kamera.....	124
3.4.11.	Prop Taşıma Aparatı	124
3.4.12.	Deşarj Delikleri	126
3.5.	KATANO' NUN EŞİTLİĞİ.....	127
3.6.	FAN VE BROOKS'UN ÇALIŞMASI.....	130
4.	BULGULAR	131
4.1.	$\theta=0^\circ$ İLE SICAK SU DEŞARJI.....	131
4.1.1.	Jet dış geometrisi.....	131
4.1.2.	Jet iç geometrisi ve Boyuna Sıcaklık Dağılımları.....	133
4.1.2.1.	$\theta=0^\circ$ için Sıcak Su Deşarjında Jet Merkez Eksenlerinin Konumları ve Boyuna Sıcaklık Dağılımları.....	133
4.1.2.2.	$\theta=0^\circ$ için Sıcak Su Deşarjında Enkesit İçi Sıcaklık Dağılımları.....	137
4.1.2.3.	$\theta=0^\circ$ için Sıcak Su Deşarjında Jet Merkez Eksen Yörüngeleri	148
4.1.2.4.	$\theta=0^\circ$ için Sıcak Su Deşarjında Ortalama Jet Merkez Eksen Yörüngeleri.....	152
4.1.2.5.	$\theta=0^\circ$ için Sıcak Su Deşarjında Jet Merkez eksen Boyunca Yatay Seyrelme Değişimi	155
4.1.2.6.	$\theta=0^\circ$ için Sıcak Su Deşarjında Jet Merkez eksen Boyunca Ortalama Yatay Seyrelme Değişimi	159
4.1.2.7.	$\theta=0^\circ$ için Sıcak Su Deşarjında Jet Merkez eksen Boyunca Düşey Seyrelme Değişimi	162
4.1.2.8.	$\theta=0^\circ$ için Sıcak Su Deşarjında Jet Merkez eksen Boyunca Ortalama Düşey Seyrelme Değişimi	166

4.2.	$\theta=15^\circ$ İLE SICAK SU DEŞARJI	170
4.2.1.	Jet dış geometrisi.....	171
4.2.2.	Jet iç geometrisi ve Boyuna Sıcaklık Dağılımları.....	173
4.2.2.1.	$\theta=15^\circ$ için Sıcak Su Deşarjında Jet Merkez Eksenlerinin Konumları ve Boyuna Sıcaklık Dağılımları.....	173
4.2.2.2.	$\theta=15^\circ$ için Sıcak Su Deşarjında Enkesit İçi Sıcaklık Dağılımları ...	177
4.2.2.3.	$\theta=15^\circ$ için Sıcak Su Deşarjında Jet Merkez Ekseni Yörüngeleri	188
4.2.2.4.	$\theta=15^\circ$ için Sıcak Su Deşarjında Ortalama Jet Merkez Ekseni Yörüngeleri	192
4.2.2.5.	$\theta=15^\circ$ için Sıcak Su Deşarjında Jet Merkez ekseni Boyunca Yatay Seyrelme Değişimi	195
4.2.2.6.	$\theta=15^\circ$ için Sıcak Su Deşarjında Jet Merkez ekseni Boyunca Ortalama Yatay Seyrelme Değişimi	199
4.2.2.7.	$\theta=15^\circ$ için Sıcak Su Deşarjında Jet Merkez ekseni Boyunca Düşey Seyrelme Değişimi	202
4.2.2.8.	$\theta=15^\circ$ için Sıcak Su Deşarjında Jet Merkez ekseni Boyunca Ortalama Düşey Seyrelme Değişimi	206
4.3.	$\theta=30^\circ$ İLE SICAK SU DEŞARJI.....	210
4.3.1.	Jet dış geometrisi.....	211
4.3.2.	Jet iç geometrisi ve Boyuna Sıcaklık Dağılımları.....	213
4.3.2.1.	$\theta=30^\circ$ için Sıcak Su Deşarjında Jet Merkez Eksenlerinin Konumları ve Boyuna Sıcaklık Dağılımları.....	213
4.3.2.2.	$\theta=30^\circ$ için Sıcak Su Deşarjında Enkesit İçi Sıcaklık Dağılımları ...	217
4.3.2.3.	$\theta=30^\circ$ için Sıcak Su Deşarjında Jet Merkez Ekseni Yörüngeleri	228
4.3.2.4.	$\theta=30^\circ$ için Sıcak Su Deşarjında Ortalama Jet Merkez Ekseni Yörüngeleri	232
4.3.2.5.	$\theta=30^\circ$ için Sıcak Su Deşarjında Jet Merkez ekseni Boyunca Yatay Seyrelme Değişimi	235
4.3.2.6.	$\theta=30^\circ$ için Sıcak Su Deşarjında Jet Merkez ekseni Boyunca Ortalama Yatay Seyrelme Değişimi	239
4.3.2.7.	$\theta=30^\circ$ için Sıcak Su Deşarjında Jet Merkez ekseni Boyunca Düşey Seyrelme Değişimi	242
4.3.2.8.	$\theta=30^\circ$ için Sıcak Su Deşarjında Jet Merkez ekseni Boyunca Ortalama Düşey Seyrelme Değişimi	246
4.4.	$\theta=45^\circ$ İLE SICAK SU DEŞARJI.....	250
4.4.1.	Jet dış geometrisi.....	251
4.4.2.	Jet iç geometrisi ve Boyuna Sıcaklık Dağılımları.....	253

4.4.2.1.	$\theta=45^\circ$ için Sıcak Su Deşarjında Jet Merkez Eksenlerinin Konumları ve Boyuna Sıcaklık Dağılımları.....	253
4.4.2.2.	$\theta=45^\circ$ için Sıcak Su Deşarjında Enkesit İçi Sıcaklık Dağılımları...	257
4.4.2.3.	$\theta=45^\circ$ için Sıcak Su Deşarjında Jet Merkez Ekseni Yörüngeleri	268
4.4.2.4.	$\theta=45^\circ$ için Sıcak Su Deşarjında Ortalama Jet Merkez Ekseni Yörüngeleri.....	272
4.4.2.5.	$\theta=45^\circ$ için Sıcak Su Deşarjında Jet Merkez ekseni Boyunca Yatay Seyrelme Değişimi	275
4.4.2.6.	$\theta=45^\circ$ için Sıcak Su Deşarjında Jet Merkez ekseni Boyunca Ortalama Yatay Seyrelme Değişimi	279
4.4.2.7.	$\theta=45^\circ$ için Sıcak Su Deşarjında Jet Merkez ekseni Boyunca Düşey Seyrelme Değişimi	282
4.4.2.8.	$\theta=45^\circ$ için Sıcak Su Deşarjında Jet Merkez ekseni Boyunca Ortalama Düşey Seyrelme Değişimi	286
4.5.	$\theta=60^\circ$ İLE SICAK SU DEŞARJI.....	290
4.5.1.	Jet dış geometrisi.....	291
4.5.2.	Jet iç geometrisi ve Boyuna Sıcaklık Dağılımları.....	293
4.5.2.1.	$\theta=60^\circ$ için Sıcak Su Deşarjında Jet Merkez Eksenlerinin Konumları ve Boyuna Sıcaklık Dağılımları.....	293
4.5.2.2.	$\theta=60^\circ$ için Sıcak Su Deşarjında Enkesit İçi Sıcaklık Dağılımları...	297
4.5.2.3.	$\theta=60^\circ$ için Sıcak Su Deşarjında Jet Merkez Ekseni Yörüngeleri	308
4.5.2.4.	$\theta=60^\circ$ için Sıcak Su Deşarjında Ortalama Jet Merkez Ekseni Yörüngeleri.....	312
4.5.2.5.	$\theta=60^\circ$ için Sıcak Su Deşarjında Jet Merkez ekseni Boyunca Yatay Seyrelme Değişimi	315
4.5.2.6.	$\theta=60^\circ$ için Sıcak Su Deşarjında Jet Merkez ekseni Boyunca Ortalama Yatay Seyrelme Değişimi	319
4.5.2.7.	$\theta=60^\circ$ için Sıcak Su Deşarjında Jet Merkez ekseni Boyunca Düşey Seyrelme Değişimi	322
4.5.2.8.	$\theta=60^\circ$ için Sıcak Su Deşarjında Jet Merkez ekseni Boyunca Ortalama Düşey Seyrelme Değişimi	326
4.6.	DEŞARJ AÇISINA GÖRE PARAMETRİK KARŞILAŞTIRMALAR	330
4.6.1.	Deşarj açısına göre çarpma noktası yatay uzaklıklarının karşılaştırılması	290
4.6.2.	Deşarj Açısına Göre Jet İç Geometrisi Ve Boyuna Sıcaklık Dağılımlarının Karşılaştırılması	331
4.6.2.1.	Deşarj açılarına bağlı olarak sıcak su deşarjında jet merkez eksenlerinin konumları ve boyuna sıcaklık dağılımları Karşılaştırılmasını	331

4.6.2.2. <i>Deşarj açısına göre Sıcak Su Deşarjında Ortalama Jet Merkez Eksenî Yörüngelerinin Karşılaştırılmasını</i>	333
4.6.2.3. <i>Deşarj açısına göre Sıcak Su Deşarjında Jet Merkezi Boyunca Ortalama Yatay Seyrelme Değişimlerinin karşılaştırılmasını</i>	335
4.6.2.4. <i>Deşarj açısına göre Sıcak Su Deşarjında Jet Merkezi Boyunca Ortalama Düşey Seyrelme Değişimlerinin karşılaştırılmasını</i>	337
4.6.3. Sığlaşan Sıcak Su Deşarjında Etki Noktası Seyrelmelerinin Karşılaştırılması	339
4.6.4. Düşey Seyrelmelerin Fan ve Brooks Deneysel Sonuçları ile yapılan karşılaştırmaları	348
5. TARTIŞMA VE SONUÇ	358
KAYNAKLAR	362
ÖZGEÇMİŞ	376

ŞEKİL LİSTESİ

Sayfa No

Şekil 2.1: Tipik sıcaklık-derinlik değişimi (Nişel, 1977).	5
Şekil 2.2: Tipik tuzluluk-derinlik değişimi (Nişel, 1977).	8
Şekil 2.3: Tipik yoğunluk-derinlik değişimi (Öztürk, 1996).	11
Şekil 2.4: Kıyıs al bir bölgede deniz kirliliğine sebep olan temel kirl etici kaynaklar (Koç, 2008).	23
Şekil 2.5: Deniz Deş arj Hattı (Günay.R, 2011).	31
Şekil 2.6: Mekanik ön arıtmadan sonra deş arj (Öztürk, 1996).	33
Şekil 2.7: İkinci kademe biyolojik arıtmayı takip eden deniz deş arj (Öztürk, 1996).	33
Şekil 2.8: Kimyasal ön arıtmadan sonra deş arj (Öztürk, 1996).	34
Şekil 2.9: ön arıtma ve/veya dezenfeksiyondan sonra deniz deş arj (Öztürk, 1996).	34
Şekil 2.10: Deniz kıyısına evsel atıksuyun yüzeysel kısa deş arjı (Karadeniz, Trabzon) (Nemlioğlu, 2003).	37
Şekil 2.11: Çin’de bir tekstil atıksuyun yüzeysel deş arjı (Yılmaz, 2015).	37
Şekil 2.12: Bir evsel atıksuyun dairesel tek delikten derin deniz deş arjı (Yılmaz, 2015).	38
Şekil 2.13: Yüze yde kapanlanma (Nemlioğlu, 2003).	39
Şekil 2.14: Arada kapanlanma (Nemlioğlu, 2003).	39
Şekil 2.15: Yoğun deş arj (Nemlioğlu, 2003).	39
Şekil 2.16: Açık ağız lı bir borudan deniz deş arj (Nemlioğlu, 2003).	40
Şekil 2.17: Bir deş arj tesisinden kıyı suları içerisine boş altılmış atıksuyun tipik davranışı. (Roberts ve diğ., 2010).	46
Şekil 2.18: Karadeniz (Trabzon) deniz suyu yüze y sıcaklığının zamana bağı lı değı şimi (Url-6).	63
Şekil 2.19: Marmara Denizi (İstanbul) deniz suyu yüze y sıcaklığının zamana bağı lı değı şimi (Url-6).	63
Şekil 2.20: Ege Denizi (İzmir) deniz suyu yüze y sıcaklığının zamana bağı lı değı şimi (Url-6). ..	64

Şekil 2.21: Akdeniz (Antalya) deniz suyu yüzey sıcaklığının zamana bağlı değişimi (Url-6)....	64
Şekil 2.22: Bir deşarj tesisi ve yayıcısının şematik çizimi (tünel şeklinde okyanus derin deşarjı tesisi, (Boston, Massachusetts, 2000).	69
Şekil 2.23: Bir deniz deşarjı yayıcısı (yükselticili) (CORMIX, 2009).	69
Şekil 2.24: İç hıza göre çap daraltması yapılmış bir yayıcı (Nemlioğlu, 2003).	70
Şekil 2.25: Çan ağızlı bir delik (Grace, 1978).	70
Şekil 2.26: Dört tip yükselticisiz ve yükselticili deşarj tesisi yayıcı borusu düzenlemesi (Nemlioğlu, 2003).....	71
Şekil 2.27: Kağıt endüstrisi atıksularının yayıcıyı tıkaması (Butler ve diğ., 2003).....	72
Şekil 2.28: Tipik yayıcı örneği. (Roberts ve Williams, 1992).....	72
Şekil 2.29: Atıksu deşarjı yoğunluk tabakalaşması. (Darama, 2009).....	73
Şekil 2.30: En kesitlerindeki delik konumlarına göre örnek yayıcı plan görünümleri (Daviero ve Roberts, 2006).....	73
Şekil 2.31: Çizgi kaynak halini alan atıksu jetleri (Wood ve diğ., 1993).	76
Şekil 2.32: Ardışık yayıcı deliklerinin hidrolik parametreleri (Nemlioğlu, 2003).	80
Şekil 2.33: Deniz deşarjı sistemlerinde meydana gelecek ilk seyrelmenin şematik görünümü. (Topkaya, 1997).....	87
Şekil 2.34: Deniz dibinde atıksu deşarj huzmesi (Topkaya, 1997).	88
Şekil 2.35: Alıcı deniz ortamında tabakalaşma olması ve olmaması durumlarında	89
Şekil 2.36: Yoğunluk Stratifikasyonu ile Yüzey Altında Oluşmuş Seyrelme Bulutu [Laboratuvar ortamında hazırlanmış yoğunluk katmanlı alıcı ortam içerisinde kirlilik bulutunun tutsaklanması (Bleninger ve Jirka, 2005)]	90
Şekil 2.37: Durgun homojen ortam içerisine boşaltılan yatay yüzen jet (Kikkert, 2006).	93
Şekil 2.38: Durgun homojen ortam içerisine boşaltılan yatay yüzen jet (Roberts ve diğ., 2010).....	93
Şekil 2.39: Durgun homojen ortam içerisine yatay yüzen jet LIF görüntüleri (Roberts ve diğ., 2010).....	94
Şekil 2.40: Durgun homojen alıcı ortama verilen yatay yüzen jetin merkez eksen seyrelmesi (Roberts ve diğ., 2010).	97
Şekil 2.41: Durgun homojen ortam içerisine verilen yatay birbirine zıt yüzen jetlerin LIF görüntüleri (Roberts ve diğ., 2010).....	98
Şekil 2.42: Durgun, homojen ortam içerisine çok delikli bir yayıcıdan verilen saçaklar (Roberts ve diğ., 2010).	99

Şekil 2.43: Çok delikli bir yayıcıdan çıkan birleşen saçakların 3DLIF görüntüsü (Tian, 2004a).....	100
Şekil 2.44: Tabakasız bir akıntı içerisindeki tekil saçak (Roberts ve diğ., 2010).....	101
Şekil 2.45: Akıntı içerisindeki düşey yüzen bir jetin 3DLIF görüntüleri (Roberts ve diğ., 2010).....	102
Şekil 2.46: Tabakasız bir akıntı içerisinde çok delikli bir yayıcıdan verilen saçaklar için tanımlama çizimi (Roberts ve diğ., 2010).....	103
Şekil 2.47: Akıntı içerisindeki yaklaşık çizgisel saçaklı bir yayıcı için akım rejimleri (Roberts, 1979).....	104
Şekil 2.48: Tabakasız bir akıntı içerisindeki bir çok delikli yayıcıdan verilen saçakların LIF görüntüleri rejimleri (Roberts, 1979).....	105
Şekil 2.49: Yayıcıya olan uzaklığa göre çok delikli saçakların girişiminin yanal iz maddesi konsantrasyonlarıyla gösterimi (Tian ve diğ., 2004b).	105
Şekil 2.50: Tabakasız bir akıntının çeşitli yönlerden yaklaşık çizgisel saçaklı bir yayıcı için yakın bölge seyreilmeleri (Roberts, 1979).....	106
Şekil 2.51: Tabakalı bir ortam içerisindeki yatay deşarj edilen yüzen jetin fotoğrafı (Roberts ve diğ., 2010).	106
Şekil 2.52: Durgun, tabakalı bir ortamdaki yatay deşarj edilmiş yüzen jet için tanımlama çizimi (Roberts ve diğ., 2010).	107
Şekil 3.1: Sıcak su deşarjı.....	113
Şekil 3.2: Sıcak su deşarjı için hazırlanmış genel atıksu jeti deşarj karakteristikleri.	114
Şekil 3.3: Deney tankı.	125
Şekil 3.4: Soğutucu-ısıtıcı dijital su banyosu.	125
Şekil 3.5: Peristaltik pompa.....	125
Şekil 3.6: Dijital debi ölçer.....	125
Şekil 3.7: PT100 sıcaklık ölçer.....	125
Şekil 3.8: PT100 sıcaklık sensörü.....	126
Şekil 3.9: Aparata bağlı sıcaklık sensörleri.	126
Şekil 3.10: Portatif sıcaklık ölçer.	126
Şekil 3.11: Yoğunluk ölçer.....	126
Şekil 3.12: Yatay deşarj edilmiş yüzen jet merkez eksenine deneysel ve uyarlanmış Katano vd., 1979 eşitliğinden elde edilmiş değer dağılımları.	128

Şekil 3.13: Yatay deşarj edilmiş yüzen jet merkez eksenine deneysel ve uyarlanmış Katano vd., 1979 eşitliğinden elde edilmiş değer dağılımlarının deney fotoğrafına işlenmiş hali.	128
Şekil 3.14: Zamana göre yatay jet dağılımlarına örnek.	129
Şekil 3.15: Fan ve Brooks'un çalışması (Öztürk, 2011).....	130
Şekil 4.1: $\theta=0^\circ$ için azalan H değerlerine göre sıcak su deşarjı jetlerinin boyuna dağılımları. .	132
Şekil 4.2: $\theta=0^\circ$ için jetin su yüzeyine çarpma noktasının yatay uzaklık değerlerinin (x_i/dF), derinlik (H/dF) değerlerine bağlı değişimi.	133
Şekil 4.3: $\theta=0^\circ$ için azalan H değerlerine göre sıcak su deşarjı jetlerinin merkez eksenleri boyuna yerel sıcaklık farkı dağılımları.	134
Şekil 4.4: $\theta=0^\circ$ için azalan H değerlerine göre sıcak su deşarjı jetlerinin merkez eksenlerinde enkesit içi sıcaklık dağılımları (Deney seri: A).	138
Şekil 4.5: $\theta=0^\circ$ için azalan H değerlerine göre sıcak su deşarjı jetlerinin merkez eksenlerinde enkesit içi sıcaklık dağılımları (Deney seri: B).	139
Şekil 4.6: $\theta=0^\circ$ için azalan H değerlerine göre sıcak su deşarjı jetlerinin merkez eksenlerinde enkesit içi sıcaklık dağılımları (Deney seri: C).	140
Şekil 4.7: H' ye göre $\theta=0^\circ$ için sıcak su deşarjı deneylerinin normalize edilmiş jet merkez eksenine yörüngelerinin profilleri.	149
Şekil 4.8: $\theta=0^\circ$ için sıcak su deşarjında ortalama jet merkez eksenine yörüngeleri (çarpma noktaları işaretlenmiştir).	153
Şekil 4.9: $\theta=0^\circ$ için azalan H değerlerine göre sıcak su deşarjında jet merkez eksenine boyunca yatay seyrelme değişimi.	156
Şekil 4.10: $\theta=0^\circ$ için azalan H değerlerine göre sıcak su deşarjında jet merkez eksenine boyunca ortalama yatay seyrelme değişimi (çarpma noktaları işaretlenmiştir).	160
Şekil 4.11: $\theta=0^\circ$ için azalan H değerine bağlı olarak sıcak su deşarjı jet merkez eksenine boyunca düşey seyrelme değişimi.	163
Şekil 4.12: $\theta=0^\circ$ için azalan H değerine bağlı olarak sıcak su deşarjı jet merkez eksenine boyunca ortalama düşey seyrelme değişimleri (çarpma noktaları işaretlenmiştir).	167
Şekil 4.13: $\theta=15^\circ$ için azalan H değerlerine göre sıcak su deşarjı jetlerinin boyuna dağılımları.....	172
Şekil 4.14: $\theta=15^\circ$ için jetin su yüzeyine çarpma noktasının yatay uzaklık değerlerinin (x_i/dF), derinlik (H/dF) değerlerine bağlı değişimi.....	173
Şekil 4.15: $\theta=15^\circ$ için azalan H değerlerine göre sıcak su deşarjı jetlerinin merkez eksenleri boyuna yerel sıcaklık farkı dağılımları.	174
Şekil 4.16: $\theta=15^\circ$ için azalan H değerlerine göre sıcak su deşarjı jetlerinin merkez eksenlerinde enkesit içi sıcaklık dağılımları (Deney seri: A).	178

Şekil 4.17: $\theta=15^\circ$ için azalan H değerlerine göre sıcak su deşarjı jetlerinin merkez eksenlerinde enkesit içi sıcaklık dağılımları (Deney seri: B).	179
Şekil 4.18: $\theta=15^\circ$ için azalan H değerlerine göre sıcak su deşarjı jetlerinin merkez eksenlerinde enkesit içi sıcaklık dağılımları (Deney seri: C).	180
Şekil 4.19: H' ye göre $\theta=15^\circ$ için sıcak su deşarjı deneylerinin normalize edilmiş jet merkez eksenî yörüngelerinin profilleri.	189
Şekil 4.20: $\theta=15^\circ$ için sıcak su deşarjında ortalama jet merkez eksenî yörüngeleri (çarpma noktaları işaretlenmiştir).	193
Şekil 4.21: $\theta=15^\circ$ için azalan H değerlerine göre sıcak su deşarjında jet merkez eksenî boyunca yatay seyrelme değişimi.	196
Şekil 4.22: $\theta=15^\circ$ için azalan H değerlerine göre sıcak su deşarjında jet merkez eksenî boyunca ortalama yatay seyrelme değişimi (çarpma noktaları işaretlenmiştir).	200
Şekil 4.23: $\theta=15^\circ$ için azalan H değerine bağlı olarak sıcak su deşarjı jet merkez eksenî boyunca düşey seyrelme değişimi.	203
Şekil 4.24: $\theta=15^\circ$ için azalan H değerine bağlı olarak sıcak su deşarjı jet merkez eksenî boyunca ortalama düşey seyrelme değişimleri. (çarpma noktaları işaretlenmiştir).	207
Şekil 4.25: $\theta=30^\circ$ için azalan H değerlerine göre sıcak su deşarjı jetlerinin boyuna dağılımları.	212
Şekil 4.26: $\theta=30^\circ$ için jetin su yüzeyine çarpma noktasının yatay uzaklık değerlerinin (x_i/dF), derinlik (H/dF) değerlerine bağlı değişimi.	213
Şekil 4.27: $\theta=30^\circ$ için azalan H değerlerine göre sıcak su deşarjı jetlerinin merkez eksenleri boyunca yerel sıcaklık farkı dağılımları.	214
Şekil 4.28: $\theta=30^\circ$ için azalan H değerlerine göre sıcak su deşarjı jetlerinin merkez eksenlerinde enkesit içi sıcaklık dağılımları (Deney seri: A).	218
Şekil 4.29: $\theta=30^\circ$ için azalan H değerlerine göre sıcak su deşarjı jetlerinin merkez eksenlerinde enkesit içi sıcaklık dağılımları (Deney seri: B).	219
Şekil 4.30: $\theta=30^\circ$ için azalan H değerlerine göre sıcak su deşarjı jetlerinin merkez eksenlerinde enkesit içi sıcaklık dağılımları (Deney seri: C).	220
Şekil 4.31: H' ye göre $\theta=30^\circ$ için sıcak su deşarjı deneylerinin normalize edilmiş jet merkez eksenî yörüngelerinin profilleri.	229
Şekil 4.32: $\theta=30^\circ$ için sıcak su deşarjında ortalama jet merkez eksenî yörüngeleri (çarpma noktaları işaretlenmiştir).	233
Şekil 4.33: $\theta=30^\circ$ için azalan H değerlerine göre sıcak su deşarjında jet merkez eksenî boyunca yatay seyrelme değişimi.	236
Şekil 4.34: $\theta=30^\circ$ için azalan H değerlerine göre sıcak su deşarjında jet merkez eksenî boyunca ortalama yatay seyrelme değişimi (çarpma noktaları işaretlenmiştir).	240

Şekil 4.35: $\theta=30^\circ$ için azalan H değerine bağlı olarak sıcak su deşarjı jet merkez eksenini boyunca düşey seyrelme değişimi.	243
Şekil 4.36: $\theta=30^\circ$ için azalan H değerine bağlı olarak sıcak su deşarjı jet merkez eksenini boyunca ortalama düşey seyrelme değişimleri. (çarpma noktaları işaretlenmiştir).	247
Şekil 4.37: $\theta=45^\circ$ için azalan H değerlerine göre sıcak su deşarjı jetlerinin boyuna dağılımları.	252
Şekil 4.38: $\theta=45^\circ$ için jetin su yüzeyine çarpma noktasının yatay uzaklık değerlerinin (x_i/dF), derinlik (H/dF) değerlerine bağlı değişimi.	253
Şekil 4.39: $\theta=45^\circ$ için azalan H değerlerine göre sıcak su deşarjı jetlerinin merkez eksenleri boyunca yerel sıcaklık farkı dağılımları.	254
Şekil 4.40: $\theta=45^\circ$ için azalan H değerlerine göre sıcak su deşarjı jetlerinin merkez eksenlerinde enkesit içi sıcaklık dağılımları (Deney seri: A).	258
Şekil 4.41: $\theta=45^\circ$ için azalan H değerlerine göre sıcak su deşarjı jetlerinin merkez eksenlerinde enkesit içi sıcaklık dağılımları (Deney seri: B).	259
Şekil 4.42: $\theta=45^\circ$ için azalan H değerlerine göre sıcak su deşarjı jetlerinin merkez eksenlerinde enkesit içi sıcaklık dağılımları (Deney seri: C).	260
Şekil 4.43: H' ye göre $\theta=45^\circ$ için sıcak su deşarjı deneylerinin normalize edilmiş jet merkez eksenini yörüngelerinin profilleri.	269
Şekil 4.44: $\theta=45^\circ$ için sıcak su deşarjında ortalama jet merkez eksenini yörüngeleri (çarpma noktaları işaretlenmiştir).	273
Şekil 4.45: $\theta=45^\circ$ için azalan H değerlerine göre sıcak su deşarjında jet merkez eksenini boyunca yatay seyrelme değişimi.	276
Şekil 4.46: $\theta=45^\circ$ için azalan H değerlerine göre sıcak su deşarjında jet merkez eksenini boyunca ortalama yatay seyrelme değişimi (çarpma noktaları işaretlenmiştir).	280
Şekil 4.47: $\theta=45^\circ$ için azalan H değerine bağlı olarak sıcak su deşarjı jet merkez eksenini boyunca düşey seyrelme değişimi.	283
Şekil 4.48: $\theta=45^\circ$ için azalan H değerine bağlı olarak sıcak su deşarjı jet merkez eksenini boyunca ortalama düşey seyrelme değişimleri (çarpma noktaları işaretlenmiştir).	287
Şekil 4.49: $\theta=60^\circ$ için azalan H değerlerine göre sıcak su deşarjı jetlerinin boyuna dağılımları.	292
Şekil 4.50: $\theta=60^\circ$ için jetin su yüzeyine çarpma noktasının yatay uzaklık değerlerinin (x_i/dF), derinlik (H/dF) değerlerine bağlı değişimi.	293
Şekil 4.51: $\theta=60^\circ$ için azalan H değerlerine göre sıcak su deşarjı jetlerinin merkez eksenleri boyunca yerel sıcaklık farkı dağılımları.	294
Şekil 4.52: $\theta=60^\circ$ için azalan H değerlerine göre sıcak su deşarjı jetlerinin merkez eksenlerinde enkesit içi sıcaklık dağılımları (Deney seri: A).	298

Şekil 4.53: $\theta=60^\circ$ için azalan H değerlerine göre sıcak su deşarjı jetlerinin merkez eksenlerinde enkesit içi sıcaklık dağılımları (Deney seri: B).	299
Şekil 4.54: $\theta=60^\circ$ için azalan H değerlerine göre sıcak su deşarjı jetlerinin merkez eksenlerinde enkesit içi sıcaklık dağılımları (Deney seri: C).	300
Şekil 4.55: H' ye göre $\theta=60^\circ$ için sıcak su deşarjı deneylerinin normalize edilmiş jet merkez eksenî yörüngelerinin profilleri.	309
Şekil 4.56: $\theta=60^\circ$ için sıcak su deşarjında ortalama jet merkez eksenî yörüngeleri (çarpma noktaları işaretlenmiştir).	313
Şekil 4.57: $\theta=60^\circ$ için azalan H değerlerine göre sıcak su deşarjında jet merkez eksenî boyunca yatay seyrelme değişimi.	316
Şekil 4.58: $\theta=60^\circ$ için azalan H değerlerine göre sıcak su deşarjında jet merkez eksenî boyunca ortalama yatay seyrelme değişimi (çarpma noktaları işaretlenmiştir).	320
Şekil 4.59: $\theta=60^\circ$ için azalan H değerine bağlı olarak sıcak su deşarjı jet merkez eksenî boyunca düşey seyrelme değişimi.	323
Şekil 4.60: $\theta=60^\circ$ için azalan H değerine bağlı olarak sıcak su deşarjı jet merkez eksenî boyunca ortalama düşey seyrelme değişimleri. (çarpma noktaları işaretlenmiştir).	327
Şekil 4.61: Deşarj açılarına göre jetlerin su yüzeyine çarpma noktalarının yatay uzaklık değerlerinin (x_i/dF), derinlik (H/dF) değerlerine bağlı değişimleri.	331
Şekil 4.62: Deşarj açılarına göre azalan H değerlerine göre sıcak su deşarjı jetlerinin merkez eksenleri boyunca yerel normalize sıcaklık farkı dağılımları.	332
Şekil 4.63: Deşarj açısına göre H' ye bağlı olarak sıcak su deşarjında ortalama jet merkez eksen yörüngeleri Karşılaştırılması (çarpma noktaları işaretlenmiştir).	334
Şekil 4.64: Deşarj açısına göre H' ye bağlı olarak sıcak su deşarjında jet merkezi boyunca ortalama yatay seyrelme değişimlerinin karşılaştırılmasını (çarpma noktaları işaretlenmiştir).	336
Şekil 4.65: Deşarj açısına göre H' ye bağlı olarak sıcak su deşarjında jet merkezi boyunca ortalama düşey seyrelme değişimlerinin karşılaştırılmasını (çarpma noktaları işaretlenmiştir).	338
Şekil 4.66: Serbest boyuna seyrelme ile daha sığ koşullardaki çarpma noktası seyremlerinin karşılaştırılmaları.	341
Şekil 4.67: Çarpma noktası uzaklıkları ile çarpma noktası seyremlerinin delik yukarı yönlendirme açılarına (a) ve deşarj deliği üzeri su derinliklerine (b) göre gruplandırılmış karşılaştırmaları.	342
Şekil 4.68: Serbest jet düşey seyrelme dağılımları ve kısıtlı derinliklerdeki çarpma noktası seyremleri, eğilim çizgileri (a-j) ve eğilim çizgisi kastayıları (k ve l).	345
Şekil 4.69: $\theta=0^\circ$ için, düşey birinci seyremlerinin Fan ve Brooks (1969) sonuçları ile karşılaştırılması.	350

Şekil 4.70: $\theta=15^\circ$ için, düşey birinci seyrelmelerinin Fan ve Brooks (1969) sonuçları ile karşılaştırılması.....	351
Şekil 4.71: $\theta=30^\circ$ için, düşey birinci seyrelmelerinin Fan ve Brooks (1969) sonuçları ile karşılaştırılması.....	352
Şekil 4.72: $\theta=45^\circ$ için, düşey birinci seyrelmelerinin Fan ve Brooks (1969) sonuçları ile karşılaştırılması.....	353
Şekil 4.73: $\theta=60^\circ$ için, düşey birinci seyrelmelerinin Fan ve Brooks (1969) sonuçları ile karşılaştırılması.....	354
Şekil 4.74: $H/dF- \Delta S/F(\%)$ ilişkileri.....	355
Şekil 4.75: $H/dF- \Delta S/F(\%)$ deneysel ve model değerleri ile model katsayısı	357



TABLO LİSTESİ

Sayfa No

Tablo 2.1: Deniz suyundaki önemli katyon ve anyonlar (Öztürk, 1996).	9
Tablo 2.2: Denizlerdeki tuzluluk ve yoğunluk değerleri (Öztürk, 1996).	9
Tablo 2.3: Derin deniz deşarjına izin verilebilecek atıksuların özellikleri (Resmi Gazete, 2004).	21
Tablo 2.4: Derin deniz deşarj için uygulanacak kriterleri(Resmi Gazete, 2004).	22
Tablo 2.5: Evsel atıksu debilerine göre minimum deşarj boru boyu (Resmi Gazete, 2004).	22
Tablo 2.6: Saf suyun yoğunluğunun sıcaklıkla değişimi. (Nemlioğlu, 2003).	40
Tablo 2.7: Nokta ve çizgi kaynak akıları (Roberts ve diğ, 2010).	100
Tablo 2.8: Durgun, homojen ortam içerisindeki noktasal ve tamamen birleşmiş saçakların yakın bölge özellikleri için eşitlikler (Tian, 2004a).	101
Tablo 3.1: Saf suyun yoğunluk değerleri (Anton Paar DMA 4500).	123
Tablo 3.2: Örnek bir yatay jetin merkez eksen koordinatlarının deneysel ve uyarlanmış Katano vd. 1979 eşitliği ile elde edilmiş değerlerinin dağılımı.	128
Tablo 4.1: $\theta=0^\circ$ ile gerçekleştiren sıcak su deşarjı deneyleri özeti.	131
Tablo 4.2: $\theta=0^\circ$ için jetin su yüzeyine çarpma noktasının yatay uzaklık değerlerinin (x_i/dF), derinlik (H/dF) değerlerine bağlı değişimleri.	133
Tablo 4.3: $\theta=0^\circ$ için, $H=50\text{cm}$ derinliğinde sıcak su deşarjı jet merkez eksenleri boyuna yerel sıcaklık farkı dağılımları (çarpma noktaları işaretlenmiştir).	135
Tablo 4.4: $\theta=0^\circ$ için, $H=20\text{cm}$ derinliğinde sıcak su deşarjı jet merkez eksenleri boyuna yerel sıcaklık farkı dağılımları (çarpma noktaları işaretlenmiştir).	135
Tablo 4.5: $\theta=0^\circ$ için, $H=15\text{cm}$ derinliğinde sıcak su deşarjı jet merkez eksenleri boyuna yerel sıcaklık farkı dağılımları (çarpma noktaları işaretlenmiştir).	136
Tablo 4.6: $\theta=0^\circ$ için, $H=10\text{cm}$ derinliğinde sıcak su deşarjı jet merkez eksenleri boyuna yerel sıcaklık farkı dağılımları (çarpma noktaları işaretlenmiştir).	136
Tablo 4.7: $\theta=0^\circ$ için, $H=5\text{cm}$ derinliğinde sıcak su deşarjı jet merkez eksenleri boyuna yerel sıcaklık farkı dağılımları (çarpma noktaları işaretlenmiştir).	137

Tablo 4.8: $\theta=0^\circ$ için, H=50cm derinliğinde sıcak su deşarjı jet merkez eksenlerinde enkesit içi sıcaklık dağılımları (Deney seri: A) (çarpma noktası işaretlenmiştir).	141
Tablo 4.9: $\theta=0^\circ$ için, H=50cm derinliğinde sıcak su deşarjı jet merkez eksenlerinde enkesit içi sıcaklık dağılımları (Deney seri: B) (çarpma noktası işaretlenmiştir).	141
Tablo 4.10: $\theta=0^\circ$ için, H=50cm derinliğinde sıcak su deşarjı jet merkez eksenlerinde enkesit içi sıcaklık dağılımları (Deney seri: C) (çarpma noktası işaretlenmiştir).	142
Tablo 4.11: $\theta=0^\circ$ için, H=20cm derinliğinde sıcak su deşarjı jet merkez eksenlerinde enkesit içi sıcaklık dağılımları (Deney seri: A) (çarpma noktası işaretlenmiştir).	142
Tablo 4.12: $\theta=0^\circ$ için, H=20cm derinliğinde sıcak su deşarjı jet merkez eksenlerinde enkesit içi sıcaklık dağılımları (Deney seri: B) (çarpma noktası işaretlenmiştir).	143
Tablo 4.13: $\theta=0^\circ$ için, H=20cm derinliğinde sıcak su deşarjı jet merkez eksenlerinde enkesit içi sıcaklık dağılımları (Deney seri: C) (çarpma noktası işaretlenmiştir).	143
Tablo 4.14: $\theta=0^\circ$ için, H=15cm derinliğinde sıcak su deşarjı jet merkez eksenlerinde enkesit içi sıcaklık dağılımları (Deney seri: A) (çarpma noktası işaretlenmiştir).	144
Tablo 4.15: $\theta=0^\circ$ için, H=15cm derinliğinde sıcak su deşarjı jet merkez eksenlerinde enkesit içi sıcaklık dağılımları (Deney seri: B) (çarpma noktası işaretlenmiştir).	144
Tablo 4.16: $\theta=0^\circ$ için, H=15cm derinliğinde sıcak su deşarjı jet merkez eksenlerinde enkesit içi sıcaklık dağılımları (Deney seri: C) (çarpma noktası işaretlenmiştir).	145
Tablo 4.17: $\theta=0^\circ$ için, H=10cm derinliğinde sıcak su deşarjı jet merkez eksenlerinde enkesit içi sıcaklık dağılımları (Deney seri: A) (çarpma noktası işaretlenmiştir).	145
Tablo 4.18: $\theta=0^\circ$ için, H=10cm derinliğinde sıcak su deşarjı jet merkez eksenlerinde enkesit içi sıcaklık dağılımları (Deney seri: B) (çarpma noktası işaretlenmiştir).	146
Tablo 4.19: $\theta=0^\circ$ için, H=10cm derinliğinde sıcak su deşarjı jet merkez eksenlerinde enkesit içi sıcaklık dağılımları (Deney seri: C) (çarpma noktası işaretlenmiştir).	146
Tablo 4.20: $\theta=0^\circ$ için, H=5cm derinliğinde sıcak su deşarjı jet merkez eksenlerinde enkesit içi sıcaklık dağılımları (Deney seri: A) (çarpma noktası işaretlenmiştir).	147
Tablo 4.21: $\theta=0^\circ$ için, H=5cm derinliğinde sıcak su deşarjı jet merkez eksenlerinde enkesit içi sıcaklık dağılımları (Deney seri: B) (çarpma noktası işaretlenmiştir).	147
Tablo 4.22: $\theta=0^\circ$ için, H=5cm derinliğinde sıcak su deşarjı jet merkez eksenlerinde enkesit içi sıcaklık dağılımları (Deney seri: C) (çarpma noktası işaretlenmiştir).	148
Tablo 4.23: $\theta=0^\circ$ için, H=50cm derinliğinde sıcak su deşarjı jet merkez eksenini yörünge koordinatları (çarpma noktaları işaretlenmiştir).	150
Tablo 4.24: $\theta=0^\circ$ için, H=20cm derinliğinde sıcak su deşarjı jet merkez eksenini yörünge koordinatları (çarpma noktaları işaretlenmiştir).	150
Tablo 4.25: $\theta=0^\circ$ için, H=15cm derinliğinde sıcak su deşarjı jet merkez eksenini yörünge koordinatları (çarpma noktaları işaretlenmiştir).	151

Tablo 4.26: $\theta=0^\circ$ için, H=10cm derinliğinde sıcak su deşarjı jet merkez eksenini yörünge koordinatları (çarpma noktaları işaretlenmiştir).	151
Tablo 4.27: $\theta=0^\circ$ için, H=5cm derinliğinde sıcak su deşarjı jet merkez eksenini yörünge koordinatları (çarpma noktaları işaretlenmiştir).	152
Tablo 4.28: $\theta=0^\circ$ için, H=50cm derinliğinde sıcak su deşarjında ortalama jet merkez eksenini yörünge koordinatları (çarpma noktaları işaretlenmiştir).	154
Tablo 4.29: $\theta=0^\circ$ için, H=20cm derinliğinde sıcak su deşarjında ortalama jet merkez eksenini yörünge koordinatları (çarpma noktaları işaretlenmiştir).	154
Tablo 4.30: $\theta=0^\circ$ için, H=15cm derinliğinde sıcak su deşarjında ortalama jet merkez eksenini yörünge koordinatları (çarpma noktaları işaretlenmiştir).	154
Tablo 4.31: $\theta=0^\circ$ için, H=10cm derinliğinde sıcak su deşarjında ortalama jet merkez eksenini yörünge koordinatları (çarpma noktaları işaretlenmiştir).	155
Tablo 4.32: $\theta=0^\circ$ için, H=5cm derinliğinde sıcak su deşarjında ortalama jet merkez eksenini yörünge koordinatları (çarpma noktaları işaretlenmiştir).	155
Tablo 4.33: $\theta=0^\circ$ için, H=50cm derinliğinde sıcak su deşarjı jet merkez eksenini boyunca yatay seyrelme değişimi (çarpma noktaları işaretlenmiştir).	157
Tablo 4.34: $\theta=0^\circ$ için, H=20cm derinliğinde sıcak su deşarjı jet merkez eksenini boyunca yatay seyrelme değişimi (çarpma noktaları işaretlenmiştir).	157
Tablo 4.35: $\theta=0^\circ$ için, H=15cm derinliğinde sıcak su deşarjı jet merkez eksenini boyunca yatay seyrelme değişimi (çarpma noktaları işaretlenmiştir).	158
Tablo 4.36: $\theta=0^\circ$ için, H=10cm derinliğinde sıcak su deşarjı jet merkez eksenini boyunca yatay seyrelme değişimi (çarpma noktaları işaretlenmiştir).	158
Tablo 4.37: $\theta=0^\circ$ için, H=5cm derinliğinde sıcak su deşarjı jet merkez eksenini boyunca yatay seyrelme değişimi (çarpma noktaları işaretlenmiştir).	159
Tablo 4.38: $\theta=0^\circ$ için, H=50cm derinliğinde sıcak su deşarjı jet merkez eksenini boyunca ortalama yatay seyrelme değişimi (çarpma noktaları işaretlenmiştir).	161
Tablo 4.39: $\theta=0^\circ$ için, H=20cm derinliğinde sıcak su deşarjı jet merkez eksenini boyunca ortalama yatay seyrelme değişimi (çarpma noktaları işaretlenmiştir).	161
Tablo 4.40: $\theta=0^\circ$ için, H=15cm derinliğinde sıcak su deşarjı jet merkez eksenini boyunca ortalama yatay seyrelme değişimi (çarpma noktaları işaretlenmiştir).	161
Tablo 4.41: $\theta=0^\circ$ için, H=10cm derinliğinde sıcak su deşarjı jet merkez eksenini boyunca ortalama yatay seyrelme değişimi (çarpma noktaları işaretlenmiştir).	162
Tablo 4.42: $\theta=0^\circ$ için, H=5cm derinliğinde sıcak su deşarjı jet merkez eksenini boyunca ortalama yatay seyrelme değişimi (çarpma noktaları işaretlenmiştir).	162
Tablo 4.43: $\theta=0^\circ$ için, H=50cm derinliğinde sıcak su deşarjı jet merkez eksenini boyunca düşey seyrelme değişimi (çarpma noktaları işaretlenmiştir).	164

Tablo 4.44: $\theta=0^\circ$ için, H=20cm derinliğinde sıcak su deşarjı jet merkez eksenı boyunca düşey seyrelme değışimi (çarpma noktaları işaretlenmiştir).	164
Tablo 4.45: $\theta=0^\circ$ için, H=15cm derinliğinde sıcak su deşarjı jet merkez eksenı boyunca düşey seyrelme değışimi (çarpma noktaları işaretlenmiştir).	165
Tablo 4.46: $\theta=0^\circ$ için, H=10cm derinliğinde sıcak su deşarjı jet merkez eksenı boyunca düşey seyrelme değışimi (çarpma noktaları işaretlenmiştir).	165
Tablo 4.47: $\theta=0^\circ$ için, H=5cm derinliğinde sıcak su deşarjı jet merkez eksenı boyunca düşey seyrelme değışimi (çarpma noktaları işaretlenmiştir).	166
Tablo 4.48: $\theta=0^\circ$ için, H=50cm derinliğinde sıcak su deşarjı jet merkez eksenı boyunca ortalama düşey seyrelme değışimleri (çarpma noktaları işaretlenmiştir).	168
Tablo 4.49: $\theta=0^\circ$ için, H=20cm derinliğinde sıcak su deşarjı jet merkez eksenı boyunca ortalama düşey seyrelme değışimi (çarpma noktaları işaretlenmiştir).	168
Tablo 4.50: $\theta=0^\circ$ için, H=15cm derinliğinde sıcak su deşarjı jet merkez eksenı boyunca ortalama düşey seyrelme değışimi (çarpma noktaları işaretlenmiştir).	169
Tablo 4.51: $\theta=0^\circ$ için, H=10cm derinliğinde sıcak su deşarjı jet merkez eksenı boyunca ortalama düşey seyrelme değışimi (çarpma noktaları işaretlenmiştir).	169
Tablo 4.52: $\theta=0^\circ$ için, H=5cm derinliğinde sıcak su deşarjı jet merkez eksenı boyunca ortalama düşey seyrelme değışimi (çarpma noktaları işaretlenmiştir).	170
Tablo 4.53: $\theta=15^\circ$ ile gerçekleştiren sıcak su deşarjı deneyleri özeti.	170
Tablo 4.54: $\theta=15^\circ$ için jetin su yüzeyine çarpma noktasının yatay uzaklık değerlerinin (x_i/dF), derinlik (H/dF) değerlerine bağı değışimleri.	173
Tablo 4.55: $\theta=15^\circ$ için, H=50cm derinliğinde sıcak su deşarjı jet merkez eksenleri boyuna yerel sıcaklık farkı dağılımları (çarpma noktaları işaretlenmiştir).	175
Tablo 4.56: $\theta=15^\circ$ için, H=20cm derinliğinde sıcak su deşarjı jet merkez eksenleri boyuna yerel sıcaklık farkı dağılımları (çarpma noktaları işaretlenmiştir).	175
Tablo 4.57: $\theta=15^\circ$ için, H=15cm derinliğinde sıcak su deşarjı jet merkez eksenleri boyuna yerel sıcaklık farkı dağılımları (çarpma noktaları işaretlenmiştir).	176
Tablo 4.58: $\theta=15^\circ$ için, H=10cm derinliğinde sıcak su deşarjı jet merkez eksenleri boyuna yerel sıcaklık farkı dağılımları (çarpma noktaları işaretlenmiştir).	176
Tablo 4.59: $\theta=15^\circ$ için, H=5cm derinliğinde sıcak su deşarjı jet merkez eksenleri boyuna yerel sıcaklık farkı dağılımları (çarpma noktaları işaretlenmiştir).	177
Tablo 4.60: $\theta=15^\circ$ için, H=50cm derinliğinde sıcak su deşarjı jet merkez eksenlerinde enkesit içi sıcaklık dağılımları (Deney seri: A) (çarpma noktası işaretlenmiştir).	181
Tablo 4.61: $\theta=15^\circ$ için, H=50cm derinliğinde sıcak su deşarjı jet merkez eksenlerinde enkesit içi sıcaklık dağılımları (Deney seri: B) (çarpma noktası işaretlenmiştir).	181
Tablo 4.62: $\theta=15^\circ$ için, H=50cm derinliğinde sıcak su deşarjı jet merkez eksenlerinde enkesit içi sıcaklık dağılımları (Deney seri: C) (çarpma noktası işaretlenmiştir).	182

Tablo 4.63: $\theta=15^\circ$ için, H=20cm derinliğinde sıcak su deşarjı jet merkez eksenlerinde enkesit içi sıcaklık dağılımları (Deney seri: A) (çarpma noktası işaretlenmiştir).....	182
Tablo 4.64: $\theta=15^\circ$ için, H=20cm derinliğinde sıcak su deşarjı jet merkez eksenlerinde enkesit içi sıcaklık dağılımları (Deney seri: B) (çarpma noktası işaretlenmiştir).....	183
Tablo 4.65: $\theta=15^\circ$ için, H=20cm derinliğinde sıcak su deşarjı jet merkez eksenlerinde enkesit içi sıcaklık dağılımları (Deney seri: C) (çarpma noktası işaretlenmiştir).....	183
Tablo 4.66 : $\theta=15^\circ$ için, H=15cm derinliğinde sıcak su deşarjı jet merkez eksenlerinde enkesit içi sıcaklık dağılımları (Deney seri: A) (çarpma noktası işaretlenmiştir).....	184
Tablo 4.67: $\theta=15^\circ$ için, H=15cm derinliğinde sıcak su deşarjı jet merkez eksenlerinde enkesit içi sıcaklık dağılımları (Deney seri: B) (çarpma noktası işaretlenmiştir).....	184
Tablo 4.68: $\theta=15^\circ$ için, H=15cm derinliğinde sıcak su deşarjı jet merkez eksenlerinde enkesit içi sıcaklık dağılımları (Deney seri: C) (çarpma noktası işaretlenmiştir).....	185
Tablo 4.69: $\theta=15^\circ$ için, H=10cm derinliğinde sıcak su deşarjı jet merkez eksenlerinde enkesit içi sıcaklık dağılımları (Deney seri: A) (çarpma noktası işaretlenmiştir).....	185
Tablo 4.70: $\theta=15^\circ$ için, H=10cm derinliğinde sıcak su deşarjı jet merkez eksenlerinde enkesit içi sıcaklık dağılımları (Deney seri: B) (çarpma noktası işaretlenmiştir).....	186
Tablo 4.71: $\theta=15^\circ$ için, H=10cm derinliğinde sıcak su deşarjı jet merkez eksenlerinde enkesit içi sıcaklık dağılımları (Deney seri: C) (çarpma noktası işaretlenmiştir).....	186
Tablo 4.72: $\theta=15^\circ$ için, H=5cm derinliğinde sıcak su deşarjı jet merkez eksenlerinde enkesit içi sıcaklık dağılımları (Deney seri: A) (çarpma noktası işaretlenmiştir).....	187
Tablo 4.73: $\theta=15^\circ$ için, H=5cm derinliğinde sıcak su deşarjı jet merkez eksenlerinde enkesit içi sıcaklık dağılımları (Deney seri: B) (çarpma noktası işaretlenmiştir).....	187
Tablo 4.74: $\theta=15^\circ$ için, H=5cm derinliğinde sıcak su deşarjı jet merkez eksenlerinde enkesit içi sıcaklık dağılımları (Deney seri: C) (çarpma noktası işaretlenmiştir).....	188
Tablo 4.75: $\theta=15^\circ$ için, H=50cm derinliğinde sıcak su deşarjı jet merkez eksenini yörünge koordinatları (çarpma noktaları işaretlenmiştir).....	190
Tablo 4.76: $\theta=15^\circ$ için, H=20cm derinliğinde sıcak su deşarjı jet merkez eksenini yörünge koordinatları (çarpma noktaları işaretlenmiştir).....	190
Tablo 4.77: $\theta=15^\circ$ için, H=15cm derinliğinde sıcak su deşarjı jet merkez eksenini yörünge koordinatları (çarpma noktaları işaretlenmiştir).....	191
Tablo 4.78: $\theta=15^\circ$ için, H=10cm derinliğinde sıcak su deşarjı jet merkez eksenini yörünge koordinatları (çarpma noktaları işaretlenmiştir).....	191
Tablo 4.79: $\theta=15^\circ$ için, H=5cm derinliğinde sıcak su deşarjı jet merkez eksenini yörünge koordinatları (çarpma noktaları işaretlenmiştir).....	192
Tablo 4.80: $\theta=15^\circ$ için, H=50cm derinliğinde sıcak su deşarjında ortalama jet merkez eksenini yörünge koordinatları (çarpma noktaları işaretlenmiştir).....	194

Tablo 4.81: $\theta=15^\circ$ için, H=20cm derinliğinde sıcak su deşarjında ortalama jet merkez eksenini yörünge koordinatları (çarpma noktaları işaretlenmiştir).	194
Tablo 4.82: $\theta=15^\circ$ için, H=15cm derinliğinde sıcak su deşarjında ortalama jet merkez eksenini yörünge koordinatları (çarpma noktaları işaretlenmiştir).	194
Tablo 4.83: $\theta=15^\circ$ için, H=10cm derinliğinde sıcak su deşarjında ortalama jet merkez eksenini yörünge koordinatları (çarpma noktaları işaretlenmiştir).	195
Tablo 4.84: $\theta=15^\circ$ için, H=5cm derinliğinde sıcak su deşarjında ortalama jet merkez eksenini yörünge koordinatları (çarpma noktaları işaretlenmiştir).	195
Tablo 4.85: $\theta=15^\circ$ için, H=50cm derinliğinde sıcak su deşarjı jet merkez eksenini boyunca yatay seyrelme değişimi (çarpma noktaları işaretlenmiştir).	197
Tablo 4.86: $\theta=15^\circ$ için, H=20cm derinliğinde sıcak su deşarjı jet merkez eksenini boyunca yatay seyrelme değişimi (çarpma noktaları işaretlenmiştir).	197
Tablo 4.87: $\theta=15^\circ$ için, H=15cm derinliğinde sıcak su deşarjı jet merkez eksenini boyunca yatay seyrelme değişimi (çarpma noktaları işaretlenmiştir).	198
Tablo 4.88: $\theta=15^\circ$ için, H=10cm derinliğinde sıcak su deşarjı jet merkez eksenini boyunca yatay seyrelme değişimi (çarpma noktaları işaretlenmiştir).	198
Tablo 4.89: $\theta=15^\circ$ için, H=5cm derinliğinde sıcak su deşarjı jet merkez eksenini boyunca yatay seyrelme değişimi (çarpma noktaları işaretlenmiştir).	199
Tablo 4.90: $\theta=15^\circ$ için, H=50cm derinliğinde sıcak su deşarjı jet merkez eksenini boyunca ortalama yatay seyrelme değişimi (çarpma noktaları işaretlenmiştir).	201
Tablo 4.91: $\theta=15^\circ$ için, H=20cm derinliğinde sıcak su deşarjı jet merkez eksenini boyunca ortalama yatay seyrelme değişimi (çarpma noktaları işaretlenmiştir).	201
Tablo 4.92: $\theta=15^\circ$ için, H=15cm derinliğinde sıcak su deşarjı jet merkez eksenini boyunca ortalama yatay seyrelme değişimi (çarpma noktaları işaretlenmiştir).	201
Tablo 4.93: $\theta=15^\circ$ için, H=10cm derinliğinde sıcak su deşarjı jet merkez eksenini boyunca ortalama yatay seyrelme değişimi (çarpma noktaları işaretlenmiştir).	202
Tablo 4.94: $\theta=15^\circ$ için, H=5cm derinliğinde sıcak su deşarjı jet merkez eksenini boyunca ortalama yatay seyrelme değişimi.....	202
Tablo 4.95: $\theta=15^\circ$ için, H=50cm derinliğinde sıcak su deşarjı jet merkez eksenini boyunca düşey seyrelme değişimi (çarpma noktaları işaretlenmiştir).	204
Tablo 4.96: $\theta=15^\circ$ için, H=20cm derinliğinde sıcak su deşarjı jet merkez eksenini boyunca düşey seyrelme değişimi (çarpma noktaları işaretlenmiştir).	204
Tablo 4.97: $\theta=15^\circ$ için, H=15cm derinliğinde sıcak su deşarjı jet merkez eksenini boyunca düşey seyrelme değişimi (çarpma noktaları işaretlenmiştir).	205
Tablo 4.98: $\theta=15^\circ$ için, H=10cm derinliğinde sıcak su deşarjı jet merkez eksenini boyunca düşey seyrelme değişimi (çarpma noktaları işaretlenmiştir).	205

Tablo 4.99: $\theta=15^\circ$ için, $H=5\text{cm}$ derinliğinde sıcak su deşarjı jet merkez eksenı boyunca düşey seyrelme değışimi (çarpma noktaları işaretlenmiştir).	206
Tablo 4.100: $\theta=15^\circ$ için, $H=50\text{cm}$ derinliğinde sıcak su deşarjı jet merkez eksenı boyunca ortalama düşey seyrelme değışimleri (çarpma noktaları işaretlenmiştir).	208
Tablo 4.101: $\theta=15^\circ$ için, $H=20\text{cm}$ derinliğinde sıcak su deşarjı jet merkez eksenı boyunca ortalama düşey seyrelme değışimleri (çarpma noktaları işaretlenmiştir).	208
Tablo 4.102: $\theta=15^\circ$ için, $H=15\text{cm}$ derinliğinde sıcak su deşarjı jet merkez eksenı boyunca ortalama düşey seyrelme değışimleri (çarpma noktaları işaretlenmiştir).	209
Tablo 4.103: $\theta=15^\circ$ için, $H=10\text{cm}$ derinliğinde sıcak su deşarjı jet merkez eksenı boyunca ortalama düşey seyrelme değışimleri (çarpma noktaları işaretlenmiştir).	209
Tablo 4.104: $\theta=15^\circ$ için, $H=5\text{cm}$ derinliğinde sıcak su deşarjı jet merkez eksenı boyunca ortalama düşey seyrelme değışimleri (çarpma noktaları işaretlenmiştir).	210
Tablo 4.105: $\theta=30^\circ$ ile gerçekleştiren sıcak su deşarjı deneyleri özeti.	210
Tablo 4.106: $\theta=30^\circ$ için jetin su yüzeyine çarpma noktasının yatay uzaklık değeri (x_i/dF), derinlik (H/dF) değeriğine bağı değışimleri.	213
Tablo 4.107: $\theta=30^\circ$ için, $H=50\text{cm}$ derinliğinde sıcak su deşarjı jet merkez eksenleri boyunca yerel sıcaklık farkı dağılımları (çarpma noktaları işaretlenmiştir).	215
Tablo 4.108: $\theta=30^\circ$ için, $H=20\text{cm}$ derinliğinde sıcak su deşarjı jet merkez eksenleri boyunca yerel sıcaklık farkı dağılımları (çarpma noktaları işaretlenmiştir).	215
Tablo 4.109: $\theta=30^\circ$ için, $H=15\text{cm}$ derinliğinde sıcak su deşarjı jet merkez eksenleri boyunca yerel sıcaklık farkı dağılımları (çarpma noktaları işaretlenmiştir).	216
Tablo 4.110: $\theta=30^\circ$ için, $H=10\text{cm}$ derinliğinde sıcak su deşarjı jet merkez eksenleri boyunca yerel sıcaklık farkı dağılımları (çarpma noktaları işaretlenmiştir).	216
Tablo 4.111: $\theta=30^\circ$ için, $H=5\text{cm}$ derinliğinde sıcak su deşarjı jet merkez eksenleri boyunca yerel sıcaklık farkı dağılımları (çarpma noktaları işaretlenmiştir).	217
Tablo 4.112: $\theta=30^\circ$ için, $H=50\text{cm}$ derinliğinde sıcak su deşarjı jet merkez eksenlerinde enkesit içi sıcaklık dağılımları (Deney seri: A) (çarpma noktası işaretlenmiştir).....	221
Tablo 4.113: $\theta=30^\circ$ için, $H=50\text{cm}$ derinliğinde sıcak su deşarjı jet merkez eksenlerinde enkesit içi sıcaklık dağılımları (Deney seri: B) (çarpma noktası işaretlenmiştir).....	221
Tablo 4.114: $\theta=30^\circ$ için, $H=50\text{cm}$ derinliğinde sıcak su deşarjı jet merkez eksenlerinde enkesit içi sıcaklık dağılımları (Deney seri: C) (çarpma noktası işaretlenmiştir).....	222
Tablo 4.115: $\theta=30^\circ$ için, $H=20\text{cm}$ derinliğinde sıcak su deşarjı jet merkez eksenlerinde enkesit içi sıcaklık dağılımları (Deney seri: A) (çarpma noktası işaretlenmiştir).....	222
Tablo 4.116: $\theta=30^\circ$ için, $H=20\text{cm}$ derinliğinde sıcak su deşarjı jet merkez eksenlerinde enkesit içi sıcaklık dağılımları (Deney seri: B) (çarpma noktası işaretlenmiştir).....	223
Tablo 4.117: $\theta=30^\circ$ için, $H=20\text{cm}$ derinliğinde sıcak su deşarjı jet merkez eksenlerinde enkesit içi sıcaklık dağılımları (Deney seri: C) (çarpma noktası işaretlenmiştir).....	223

Tablo 4.118: $\theta=30^\circ$ için, H=15cm derinliğinde sıcak su deşarjı jet merkez eksenlerinde enkesit içi sıcaklık dağılımları (Deney seri: A) (çarpma noktası işaretlenmiştir).....	224
Tablo 4.119: $\theta=30^\circ$ için, H=15cm derinliğinde sıcak su deşarjı jet merkez eksenlerinde enkesit içi sıcaklık dağılımları (Deney seri: B) (çarpma noktası işaretlenmiştir).....	224
Tablo 4.120: $\theta=30^\circ$ için, H=15cm derinliğinde sıcak su deşarjı jet merkez eksenlerinde enkesit içi sıcaklık dağılımları (Deney seri: C) (çarpma noktası işaretlenmiştir).....	225
Tablo 4.121: $\theta=30^\circ$ için, H=10cm derinliğinde sıcak su deşarjı jet merkez eksenlerinde enkesit içi sıcaklık dağılımları (Deney seri: A) (çarpma noktası işaretlenmiştir).....	225
Tablo 4.122: $\theta=30^\circ$ için, H=10cm derinliğinde sıcak su deşarjı jet merkez eksenlerinde enkesit içi sıcaklık dağılımları (Deney seri: B) (çarpma noktası işaretlenmiştir).....	226
Tablo 4.123: $\theta=30^\circ$ için, H=10cm derinliğinde sıcak su deşarjı jet merkez eksenlerinde enkesit içi sıcaklık dağılımları (Deney seri: C) (çarpma noktası işaretlenmiştir).....	226
Tablo 4.124: $\theta=30^\circ$ için, H=5cm derinliğinde sıcak su deşarjı jet merkez eksenlerinde enkesit içi sıcaklık dağılımları (Deney seri: A) (çarpma noktası işaretlenmiştir).....	227
Tablo 4.125: $\theta=30^\circ$ için, H=5cm derinliğinde sıcak su deşarjı jet merkez eksenlerinde enkesit içi sıcaklık dağılımları (Deney seri: B) (çarpma noktası işaretlenmiştir).....	227
Tablo 4.126: $\theta=30^\circ$ için, H=5cm derinliğinde sıcak su deşarjı jet merkez eksenlerinde enkesit içi sıcaklık dağılımları (Deney seri: C) (çarpma noktası işaretlenmiştir).....	228
Tablo 4.127 : $\theta=30^\circ$ için, H=50cm derinliğinde sıcak su deşarjı jet merkez eksenini yörünge koordinatları (çarpma noktaları işaretlenmiştir).	230
Tablo 4.128: $\theta=30^\circ$ için, H=20cm derinliğinde sıcak su deşarjı jet merkez eksenini yörünge koordinatları (çarpma noktaları işaretlenmiştir).	230
Tablo 4.129: $\theta=30^\circ$ için, H=15cm derinliğinde sıcak su deşarjı jet merkez eksenini yörünge koordinatları (çarpma noktaları işaretlenmiştir).	231
Tablo 4.130: $\theta=30^\circ$ için, H=10cm derinliğinde sıcak su deşarjı jet merkez eksenini yörünge koordinatları (çarpma noktaları işaretlenmiştir).	231
Tablo 4.131: $\theta=30^\circ$ için, H=5cm derinliğinde sıcak su deşarjı jet merkez eksenini yörünge koordinatları (çarpma noktaları işaretlenmiştir).	232
Tablo 4.132: $\theta=30^\circ$ için, H=50cm derinliğinde sıcak su deşarjında ortalama jet merkez eksenini yörünge koordinatları. (çarpma noktaları işaretlenmiştir).	234
Tablo 4.133: $\theta=30^\circ$ için, H=20cm derinliğinde sıcak su deşarjında ortalama jet merkez eksenini yörünge koordinatları (çarpma noktaları işaretlenmiştir).	234
Tablo 4.134: $\theta=30^\circ$ için, H=15cm derinliğinde sıcak su deşarjında ortalama jet merkez eksenini yörünge koordinatları (çarpma noktaları işaretlenmiştir).	234
Tablo 4.135: $\theta=30^\circ$ için, H=10cm derinliğinde sıcak su deşarjında ortalama jet merkez eksenini yörünge koordinatları (çarpma noktaları işaretlenmiştir).	235

Tablo 4.136: $\theta=30^\circ$ için, H=5cm derinliğinde sıcak su deşarjında ortalama jet merkez eksenini yörünge koordinatları (çarpma noktaları işaretlenmiştir).	235
Tablo 4.137: $\theta=30^\circ$ için, H=50cm derinliğinde sıcak su deşarjı jet merkez eksenini boyunca yatay seyrelme değişimi (çarpma noktaları işaretlenmiştir).	237
Tablo 4.138: $\theta=30^\circ$ için, H=20cm derinliğinde sıcak su deşarjı jet merkez eksenini boyunca yatay seyrelme değişimi (çarpma noktaları işaretlenmiştir).	237
Tablo 4.139: $\theta=30^\circ$ için, H=15cm derinliğinde sıcak su deşarjı jet merkez eksenini boyunca yatay seyrelme değişimi (çarpma noktaları işaretlenmiştir).	238
Tablo 4.140: $\theta=30^\circ$ için, H=10cm derinliğinde sıcak su deşarjı jet merkez eksenini boyunca yatay seyrelme değişimi (çarpma noktaları işaretlenmiştir).	238
Tablo 4.141: $\theta=30^\circ$ için, H=5cm derinliğinde sıcak su deşarjı jet merkez eksenini boyunca yatay seyrelme değişimi (çarpma noktaları işaretlenmiştir).	239
Tablo 4.142: $\theta=30^\circ$ için, H=50cm derinliğinde sıcak su deşarjı jet merkez eksenini boyunca ortalama yatay seyrelme değişimi (çarpma noktaları işaretlenmiştir).	241
Tablo 4.143: $\theta=30^\circ$ için, H=20cm derinliğinde sıcak su deşarjı jet merkez eksenini boyunca ortalama yatay seyrelme değişimi (çarpma noktaları işaretlenmiştir).	241
Tablo 4.144: $\theta=30^\circ$ için, H=15cm derinliğinde sıcak su deşarjı jet merkez eksenini boyunca ortalama yatay seyrelme değişimi (çarpma noktaları işaretlenmiştir).	241
Tablo 4.145: $\theta=30^\circ$ için, H=10cm derinliğinde sıcak su deşarjı jet merkez eksenini boyunca ortalama yatay seyrelme değişimi (çarpma noktaları işaretlenmiştir).	242
Tablo 4.146: $\theta=30^\circ$ için, H=5cm derinliğinde sıcak su deşarjı jet merkez eksenini boyunca ortalama yatay seyrelme değişimi (çarpma noktaları işaretlenmiştir).	242
Tablo 4.147: $\theta=30^\circ$ için, H=50cm derinliğinde sıcak su deşarjı jet merkez eksenini boyunca düşey seyrelme değişimi (çarpma noktaları işaretlenmiştir).	244
Tablo 4.148: $\theta=30^\circ$ için, H=20cm derinliğinde sıcak su deşarjı jet merkez eksenini boyunca düşey seyrelme değişimi (çarpma noktaları işaretlenmiştir).	244
Tablo 4.149: $\theta=30^\circ$ için, H=15cm derinliğinde sıcak su deşarjı jet merkez eksenini boyunca düşey seyrelme değişimi (çarpma noktaları işaretlenmiştir).	245
Tablo 4.150: $\theta=30^\circ$ için, H=10cm derinliğinde sıcak su deşarjı jet merkez eksenini boyunca düşey seyrelme değişimi (çarpma noktaları işaretlenmiştir).	245
Tablo 4.151: $\theta=30^\circ$ için, H=5cm derinliğinde sıcak su deşarjı jet merkez eksenini boyunca düşey seyrelme değişimi (çarpma noktaları işaretlenmiştir).	246
Tablo 4.152: $\theta=30^\circ$ için, H=50cm derinliğinde sıcak su deşarjı jet merkez eksenini boyunca ortalama ortalama düşey seyrelme değişimleri (çarpma noktaları işaretlenmiştir).	248
Tablo 4.153: $\theta=30^\circ$ için, H=20cm derinliğinde sıcak su deşarjı jet merkez eksenini boyunca ortalama ortalama düşey seyrelme değişimleri (çarpma noktaları işaretlenmiştir).	248

Tablo 4.154: $\theta=30^\circ$ için, $H=15\text{cm}$ derinliğinde sıcak su deşarjı jet merkez eksenini boyunca ortalama ortalama düşey seyrelme değişimleri (çarpma noktaları işaretlenmiştir).249

Tablo 4.155: $\theta=30^\circ$ için, $H=10\text{cm}$ derinliğinde sıcak su deşarjı jet merkez eksenini boyunca ortalama ortalama düşey seyrelme değişimleri (çarpma noktaları işaretlenmiştir).249

Tablo 4.156: $\theta=30^\circ$ için, $H=5\text{cm}$ derinliğinde sıcak su deşarjı jet merkez eksenini boyunca ortalama ortalama düşey seyrelme değişimleri (çarpma noktaları işaretlenmiştir).250

Tablo 4.157: $\theta=45^\circ$ ile gerçekleştiren sıcak su deşarjı deneyleri özeti.250

Tablo 4.158: $\theta=45^\circ$ için jetin su yüzeyine çarpma noktasının yatay uzaklık değerlerinin (x_i/dF), derinlik (H/dF) değerlerine bağlı değişimleri.253

Tablo 4.159: $\theta=45^\circ$ için, $H=50\text{cm}$ derinliğinde sıcak su deşarjı jet merkez eksenleri boyuna yerel sıcaklık farkı dağılımları (çarpma noktaları işaretlenmiştir).255

Tablo 4.160: $\theta=45^\circ$ için, $H=20\text{cm}$ derinliğinde sıcak su deşarjı jet merkez eksenleri boyuna yerel sıcaklık farkı dağılımları (çarpma noktaları işaretlenmiştir).255

Tablo 4.161: $\theta=45^\circ$ için, $H=15\text{cm}$ derinliğinde sıcak su deşarjı jet merkez eksenleri boyuna yerel sıcaklık farkı dağılımları (çarpma noktaları işaretlenmiştir).256

Tablo 4.162: $\theta=45^\circ$ için, $H=10\text{cm}$ derinliğinde sıcak su deşarjı jet merkez eksenleri boyuna yerel sıcaklık farkı dağılımları (çarpma noktaları işaretlenmiştir).256

Tablo 4.163: $\theta=45^\circ$ için, $H=5\text{cm}$ derinliğinde sıcak su deşarjı jet merkez eksenleri boyuna yerel sıcaklık farkı dağılımları (çarpma noktaları işaretlenmiştir).257

Tablo 4.164: $\theta=45^\circ$ için, $H=50\text{cm}$ derinliğinde sıcak su deşarjı jet merkez eksenlerinde enkesit içi sıcaklık dağılımları (Deney seri: A) (çarpma noktası işaretlenmiştir).....261

Tablo 4.165: $\theta=45^\circ$ için, $H=50\text{cm}$ derinliğinde sıcak su deşarjı jet merkez eksenlerinde enkesit içi sıcaklık dağılımları (Deney seri: B) (çarpma noktası işaretlenmiştir).....261

Tablo 4.166: $\theta=45^\circ$ için, $H=50\text{cm}$ derinliğinde sıcak su deşarjı jet merkez eksenlerinde enkesit içi sıcaklık dağılımları (Deney seri:C) (çarpma noktası işaretlenmiştir).....262

Tablo 4.167: $\theta=45^\circ$ için, $H=20\text{cm}$ derinliğinde sıcak su deşarjı jet merkez eksenlerinde enkesit içi sıcaklık dağılımları (Deney seri:A) (çarpma noktası işaretlenmiştir).....262

Tablo 4.168: $\theta=45^\circ$ için, $H=20\text{cm}$ derinliğinde sıcak su deşarjı jet merkez eksenlerinde enkesit içi sıcaklık dağılımları (Deney seri:B) (çarpma noktası işaretlenmiştir).....263

Tablo 4.169: $\theta=45^\circ$ için, $H=20\text{cm}$ derinliğinde sıcak su deşarjı jet merkez eksenlerinde enkesit içi sıcaklık dağılımları (Deney seri: C) (çarpma noktası işaretlenmiştir).....263

Tablo 4.170: $\theta=45^\circ$ için, $H=15\text{cm}$ derinliğinde sıcak su deşarjı jet merkez eksenlerinde enkesit içi sıcaklık dağılımları (Deney seri: A) (çarpma noktası işaretlenmiştir).....264

Tablo 4.171: $\theta=45^\circ$ için, $H=15\text{cm}$ derinliğinde sıcak su deşarjı jet merkez eksenlerinde enkesit içi sıcaklık dağılımları (Deney seri: B) (çarpma noktası işaretlenmiştir).....264

Tablo 4.172: $\theta=45^\circ$ için, $H=15\text{cm}$ derinliğinde sıcak su deşarjı jet merkez eksenlerinde enkesit içi sıcaklık dağılımları (Deney seri: C) (çarpma noktası işaretlenmiştir).....265

Tablo 4.173: $\theta=45^\circ$ için, H=10cm derinliğinde sıcak su deşarjı jet merkez eksenlerinde enkesit içi sıcaklık dağılımları (Deney seri: A) (çarpma noktası işaretlenmiştir).....	265
Tablo 4.174: $\theta=45^\circ$ için, H=10cm derinliğinde sıcak su deşarjı jet merkez eksenlerinde enkesit içi sıcaklık dağılımları (Deney seri: B) (çarpma noktası işaretlenmiştir).....	266
Tablo 4.175: $\theta=45^\circ$ için, H=10cm derinliğinde sıcak su deşarjı jet merkez eksenlerinde enkesit içi sıcaklık dağılımları (Deney seri: C).	266
Tablo 4.176: $\theta=45^\circ$ için, H=5cm derinliğinde sıcak su deşarjı jet merkez eksenlerinde enkesit içi sıcaklık dağılımları (Deney seri: A) (çarpma noktası işaretlenmiştir).....	267
Tablo 4.177: $\theta=45^\circ$ için, H=5cm derinliğinde sıcak su deşarjı jet merkez eksenlerinde enkesit içi sıcaklık dağılımları (Deney seri: B) (çarpma noktası işaretlenmiştir).....	267
Tablo 4.178: $\theta=45^\circ$ için, H=5cm derinliğinde sıcak su deşarjı jet merkez eksenlerinde enkesit içi sıcaklık dağılımları (Deney seri: C) (çarpma noktası işaretlenmiştir).....	268
Tablo 4.179: $\theta=45^\circ$ için, H=50cm derinliğinde sıcak su deşarjı jet merkez eksenini yörünge koordinatları (çarpma noktaları işaretlenmiştir).	270
Tablo 4.180: $\theta=45^\circ$ için, H=20cm derinliğinde sıcak su deşarjı jet merkez eksenini yörünge koordinatları (çarpma noktaları işaretlenmiştir).	270
Tablo 4.181: $\theta=45^\circ$ için, H=15cm derinliğinde sıcak su deşarjı jet merkez eksenini yörünge koordinatları (çarpma noktaları işaretlenmiştir).	271
Tablo 4.182: $\theta=45^\circ$ için, H=10cm derinliğinde sıcak su deşarjı jet merkez eksenini yörünge koordinatları (çarpma noktaları işaretlenmiştir).	271
Tablo 4.183: $\theta=45^\circ$ için, H=5cm derinliğinde sıcak su deşarjı jet merkez eksenini yörünge koordinatları (çarpma noktaları işaretlenmiştir).	272
Tablo 4.184: $\theta=45^\circ$ için, H=50cm derinliğinde sıcak su deşarjında ortalama jet merkez eksenini yörünge koordinatları (çarpma noktaları işaretlenmiştir).	274
Tablo 4.185: $\theta=45^\circ$ için, H=20cm derinliğinde sıcak su deşarjında ortalama jet merkez eksenini yörünge koordinatları (çarpma noktaları işaretlenmiştir).	274
Tablo 4.186: $\theta=45^\circ$ için, H=15cm derinliğinde sıcak su deşarjında ortalama jet merkez eksenini yörünge koordinatları (çarpma noktaları işaretlenmiştir).	274
Tablo 4.187: $\theta=45^\circ$ için, H=10cm derinliğinde sıcak su deşarjında ortalama jet merkez eksenini yörünge koordinatları (çarpma noktaları işaretlenmiştir).	275
Tablo 4.188: $\theta=45^\circ$ için, H=5cm derinliğinde sıcak su deşarjında ortalama jet merkez eksenini yörünge koordinatları (çarpma noktaları işaretlenmiştir).	275
Tablo 4.189: $\theta=45^\circ$ için, H=50cm derinliğinde sıcak su deşarjı jet merkez eksenini boyunca yatay seyrelme değişimi (çarpma noktaları işaretlenmiştir).	277
Tablo 4.190: $\theta=45^\circ$ için, H=20cm derinliğinde sıcak su deşarjı jet merkez eksenini boyunca yatay seyrelme değişimi (çarpma noktaları işaretlenmiştir).	277

Tablo 4.191: $\theta=45^\circ$ için, H=15cm derinliğinde sıcak su deşarjı jet merkez eksenı boyunca yatay seyrelme değışimi (çarpma noktaları işaretlenmiştir).	278
Tablo 4.192: $\theta=45^\circ$ için, H=10cm derinliğinde sıcak su deşarjı jet merkez eksenı boyunca yatay seyrelme değışimi (çarpma noktaları işaretlenmiştir).	278
Tablo 4.193: $\theta=45^\circ$ için, H=5cm derinliğinde sıcak su deşarjı jet merkez eksenı boyunca yatay seyrelme değışimi (çarpma noktaları işaretlenmiştir).	279
Tablo 4.194: $\theta=45^\circ$ için, H=50cm derinliğinde sıcak su deşarjı jet merkez eksenı boyunca ortalama yatay seyrelme değışimi (çarpma noktaları işaretlenmiştir).	281
Tablo 4.195: $\theta=45^\circ$ için, H=20cm derinliğinde sıcak su deşarjı jet merkez eksenı boyunca ortalama yatay seyrelme değışimi (çarpma noktaları işaretlenmiştir).	281
Tablo 4.196: $\theta=45^\circ$ için, H=15cm derinliğinde sıcak su deşarjı jet merkez eksenı boyunca ortalama yatay seyrelme değışimi (çarpma noktaları işaretlenmiştir).	281
Tablo 4.197: $\theta=45^\circ$ için, H=10cm derinliğinde sıcak su deşarjı jet merkez eksenı boyunca ortalama yatay seyrelme değışimi (çarpma noktaları işaretlenmiştir).	282
Tablo 4.198: $\theta=45^\circ$ için, H=5cm derinliğinde sıcak su deşarjı jet merkez eksenı boyunca ortalama yatay seyrelme değışimi (çarpma noktaları işaretlenmiştir).	282
Tablo 4.199: $\theta=45^\circ$ için, H=50cm derinliğinde sıcak su deşarjı jet merkez eksenı boyunca düşey seyrelme değışimi (çarpma noktaları işaretlenmiştir).	284
Tablo 4.200: $\theta=45^\circ$ için, H=20cm derinliğinde sıcak su deşarjı jet merkez eksenı boyunca düşey seyrelme değışimi (çarpma noktaları işaretlenmiştir).	284
Tablo 4.201: $\theta=45^\circ$ için, H=15cm derinliğinde sıcak su deşarjı jet merkez eksenı boyunca düşey seyrelme değışimi (çarpma noktaları işaretlenmiştir).	285
Tablo 4.202: $\theta=45^\circ$ için, H=10cm derinliğinde sıcak su deşarjı jet merkez eksenı boyunca düşey seyrelme değışimi (çarpma noktaları işaretlenmiştir).	285
Tablo 4.203: $\theta=45^\circ$ için, H=5cm derinliğinde sıcak su deşarjı jet merkez eksenı boyunca düşey seyrelme değışimi (çarpma noktaları işaretlenmiştir).	286
Tablo 4.204: $\theta=45^\circ$ için, H=50cm derinliğinde sıcak su deşarjı jet merkez eksenı boyunca ortalama ortalama düşey seyrelme değışimleri (çarpma noktaları işaretlenmiştir).	288
Tablo 4.205: $\theta=45^\circ$ için, H=20cm derinliğinde sıcak su deşarjı jet merkez eksenı boyunca ortalama ortalama düşey seyrelme değışimleri (çarpma noktaları işaretlenmiştir).	288
Tablo 4.206: $\theta=45^\circ$ için, H=15cm derinliğinde sıcak su deşarjı jet merkez eksenı boyunca ortalama ortalama düşey seyrelme değışimleri (çarpma noktaları işaretlenmiştir).	289
Tablo 4.207: $\theta=45^\circ$ için, H=10cm derinliğinde sıcak su deşarjı jet merkez eksenı boyunca ortalama ortalama düşey seyrelme değışimleri (çarpma noktaları işaretlenmiştir).	289
Tablo 4.208: $\theta=45^\circ$ için, H=5cm derinliğinde sıcak su deşarjı jet merkez eksenı boyunca ortalama ortalama düşey seyrelme değışimleri (çarpma noktaları işaretlenmiştir).	290
Tablo 4.209: $\theta=60^\circ$ ile gerçekleştiren sıcak su deşarjı deneyleri özeti.	290

Tablo 4.210: $\theta=60^\circ$ için jetin su yüzeyine çarpma noktasının yatay uzaklık değerlerinin (x_i/dF), derinlik (H/dF) değerlerine bağlı değişimleri.	293
Tablo 4.211: $\theta=60^\circ$ için, $H=50\text{cm}$ derinliğinde sıcak su deşarjı jet merkez eksenleri boyuna yerel sıcaklık farkı dağılımları (çarpma noktaları işaretlenmiştir).	295
Tablo 4.212: $\theta=60^\circ$ için, $H=20\text{cm}$ derinliğinde sıcak su deşarjı jet merkez eksenleri boyuna yerel sıcaklık farkı dağılımları (çarpma noktaları işaretlenmiştir).	295
Tablo 4.213: $\theta=60^\circ$ için, $H=15\text{cm}$ derinliğinde sıcak su deşarjı jet merkez eksenleri boyuna yerel sıcaklık farkı dağılımları (çarpma noktaları işaretlenmiştir).	296
Tablo 4.214: $\theta=60^\circ$ için, $H=10\text{cm}$ derinliğinde sıcak su deşarjı jet merkez eksenleri boyuna yerel sıcaklık farkı dağılımları (çarpma noktaları işaretlenmiştir).	296
Tablo 4.215: $\theta=60^\circ$ için, $H=5\text{cm}$ derinliğinde sıcak su deşarjı jet merkez eksenleri boyuna yerel sıcaklık farkı dağılımları (çarpma noktaları işaretlenmiştir).	297
Tablo 4.216: $\theta=60^\circ$ için, $H=50\text{cm}$ derinliğinde sıcak su deşarjı jet merkez eksenlerinde enkesit içi sıcaklık dağılımları (Deney seri: A) (çarpma noktası işaretlenmiştir).....	301
Tablo 4.217: $\theta=60^\circ$ için, $H=50\text{cm}$ derinliğinde sıcak su deşarjı jet merkez eksenlerinde enkesit içi sıcaklık dağılımları (Deney seri: B) (çarpma noktası işaretlenmiştir).....	301
Tablo 4.218: $\theta=60^\circ$ için, $H=50\text{cm}$ derinliğinde sıcak su deşarjı jet merkez eksenlerinde enkesit içi sıcaklık dağılımları (Deney seri: C) (çarpma noktası işaretlenmiştir).....	302
Tablo 4.219: $\theta=60^\circ$ için, $H=20\text{cm}$ derinliğinde sıcak su deşarjı jet merkez eksenlerinde enkesit içi sıcaklık dağılımları (Deney seri: A) (çarpma noktası işaretlenmiştir).....	302
Tablo 4.220: $\theta=60^\circ$ için, $H=20\text{cm}$ derinliğinde sıcak su deşarjı jet merkez eksenlerinde enkesit içi sıcaklık dağılımları (Deney seri: B) (çarpma noktası işaretlenmiştir).....	303
Tablo 4.221: $\theta=60^\circ$ için, $H=20\text{cm}$ derinliğinde sıcak su deşarjı jet merkez eksenlerinde enkesit içi sıcaklık dağılımları (Deney seri: C) (çarpma noktası işaretlenmiştir).....	303
Tablo 4.222: $\theta=60^\circ$ için, $H=15\text{cm}$ derinliğinde sıcak su deşarjı jet merkez eksenlerinde enkesit içi sıcaklık dağılımları (Deney seri: A) (çarpma noktası işaretlenmiştir).....	304
Tablo 4.223: $\theta=60^\circ$ için, $H=15\text{cm}$ derinliğinde sıcak su deşarjı jet merkez eksenlerinde enkesit içi sıcaklık dağılımları (Deney seri: B) (çarpma noktası işaretlenmiştir).....	304
Tablo 4.224: $\theta=60^\circ$ için, $H=15\text{cm}$ derinliğinde sıcak su deşarjı jet merkez eksenlerinde enkesit içi sıcaklık dağılımları (Deney seri: C) (çarpma noktası işaretlenmiştir).....	305
Tablo 4.225: $\theta=60^\circ$ için, $H=10\text{cm}$ derinliğinde sıcak su deşarjı jet merkez eksenlerinde enkesit içi sıcaklık dağılımları (Deney seri: A) (çarpma noktası işaretlenmiştir).....	305
Tablo 4.226: $\theta=60^\circ$ için, $H=10\text{cm}$ derinliğinde sıcak su deşarjı jet merkez eksenlerinde enkesit içi sıcaklık dağılımları (Deney seri: B) (çarpma noktası işaretlenmiştir).....	306
Tablo 4.227: $\theta=60^\circ$ için, $H=10\text{cm}$ derinliğinde sıcak su deşarjı jet merkez eksenlerinde enkesit içi sıcaklık dağılımları (Deney seri: C) (çarpma noktası işaretlenmiştir).....	306

Tablo 4.228: $\theta=60^\circ$ için, H=5cm derinliğinde sıcak su deşarjı jet merkez eksenlerinde enkesit içi sıcaklık dağılımları (Deney seri: A) (çarpma noktası işaretlenmiştir).....	307
Tablo 4.229: $\theta=60^\circ$ için, H=5cm derinliğinde sıcak su deşarjı jet merkez eksenlerinde enkesit içi sıcaklık dağılımları (Deney seri: B) (çarpma noktası işaretlenmiştir).....	307
Tablo 4.230: $\theta=60^\circ$ için, H=5cm derinliğinde sıcak su deşarjı jet merkez eksenlerinde enkesit içi sıcaklık dağılımları (Deney seri: C) (çarpma noktası işaretlenmiştir).....	308
Tablo 4.231: $\theta=60^\circ$ için, H=50cm derinliğinde sıcak su deşarjı jet merkez eksen yörünge koordinatları (çarpma noktaları işaretlenmiştir).	310
Tablo 4.232: $\theta=60^\circ$ için, H=20cm derinliğinde sıcak su deşarjı jet merkez eksen yörünge koordinatları çarpma noktaları işaretlenmiştir).....	310
Tablo 4.233: $\theta=60^\circ$ için, H=15cm derinliğinde sıcak su deşarjı jet merkez eksen yörünge koordinatları çarpma noktaları işaretlenmiştir).....	311
Tablo 4.234: $\theta=60^\circ$ için, H=10cm derinliğinde sıcak su deşarjı jet merkez eksen yörünge koordinatları çarpma noktaları işaretlenmiştir).....	311
Tablo 4.235: $\theta=60^\circ$ için, H=5cm derinliğinde sıcak su deşarjı jet merkez eksen yörünge koordinatları çarpma noktaları işaretlenmiştir).....	312
Tablo 4.236: $\theta=60^\circ$ için, H=50cm derinliğinde sıcak su deşarjında ortalama jet merkez eksen yörünge koordinatları çarpma noktaları işaretlenmiştir).....	314
Tablo 4.237: $\theta=60^\circ$ için, H=20cm derinliğinde sıcak su deşarjında ortalama jet merkez eksen yörünge koordinatları çarpma noktaları işaretlenmiştir).....	314
Tablo 4.238: $\theta=60^\circ$ için, H=15cm derinliğinde sıcak su deşarjında ortalama jet merkez eksen yörünge koordinatları çarpma noktaları işaretlenmiştir).....	314
Tablo 4.239: $\theta=60^\circ$ için, H=10cm derinliğinde sıcak su deşarjında ortalama jet merkez eksen yörünge koordinatları çarpma noktaları işaretlenmiştir).....	315
Tablo 4.240: $\theta=60^\circ$ için, H=5cm derinliğinde sıcak su deşarjında ortalama jet merkez eksen yörünge koordinatları çarpma noktaları işaretlenmiştir).....	315
Tablo 4.241: $\theta=60^\circ$ için, H=50cm derinliğinde sıcak su deşarjı jet merkez eksen boyunca yatay seyrelme değişimi çarpma noktaları işaretlenmiştir).....	317
Tablo 4.242: $\theta=60^\circ$ için, H=20cm derinliğinde sıcak su deşarjı jet merkez eksen boyunca yatay seyrelme değişimi çarpma noktaları işaretlenmiştir).....	317
Tablo 4.243: $\theta=60^\circ$ için, H=15cm derinliğinde sıcak su deşarjı jet merkez eksen boyunca yatay seyrelme değişimi çarpma noktaları işaretlenmiştir).....	318
Tablo 4.244: $\theta=60^\circ$ için, H=10cm derinliğinde sıcak su deşarjı jet merkez eksen boyunca yatay seyrelme değişimi çarpma noktaları işaretlenmiştir).....	318
Tablo 4.245: $\theta=60^\circ$ için, H=5cm derinliğinde sıcak su deşarjı jet merkez eksen boyunca yatay seyrelme değişimi çarpma noktaları işaretlenmiştir).....	319

Tablo 4.246: $\theta=60^\circ$ için, H=50cm derinliğinde sıcak su deşarjı jet merkez eksenı boyunca ortalama yatay seyrelme değışimi çarpma noktaları işaretlenmiştir).....	321
Tablo 4.247: $\theta=60^\circ$ için, H=20cm derinliğinde sıcak su deşarjı jet merkez eksenı boyunca ortalama yatay seyrelme değışimi çarpma noktaları işaretlenmiştir).....	321
Tablo 4.248: $\theta=60^\circ$ için, H=15cm derinliğinde sıcak su deşarjı jet merkez eksenı boyunca ortalama yatay seyrelme değışimi çarpma noktaları işaretlenmiştir).....	321
Tablo 4.249: $\theta=60^\circ$ için, H=10cm derinliğinde sıcak su deşarjı jet merkez eksenı boyunca ortalama yatay seyrelme değışimi çarpma noktaları işaretlenmiştir).....	322
Tablo 4.250: $\theta=60^\circ$ için, H=5cm derinliğinde sıcak su deşarjı jet merkez eksenı boyunca ortalama yatay seyrelme değışimi çarpma noktaları işaretlenmiştir).....	322
Tablo 4.251: $\theta=60^\circ$ için, H=50cm derinliğinde sıcak su deşarjı jet merkez eksenı boyunca düşey seyrelme değışimi çarpma noktaları işaretlenmiştir).....	324
Tablo 4.252: $\theta=60^\circ$ için, H=20cm derinliğinde sıcak su deşarjı jet merkez eksenı boyunca düşey seyrelme değışimi çarpma noktaları işaretlenmiştir).....	324
Tablo 4.253: $\theta=60^\circ$ için, H=15cm derinliğinde sıcak su deşarjı jet merkez eksenı boyunca düşey seyrelme değışimi çarpma noktaları işaretlenmiştir).....	325
Tablo 4.254: $\theta=60^\circ$ için, H=10cm derinliğinde sıcak su deşarjı jet merkez eksenı boyunca düşey seyrelme değışimi çarpma noktaları işaretlenmiştir).....	325
Tablo 4.255: $\theta=60^\circ$ için, H=5cm derinliğinde sıcak su deşarjı jet merkez eksenı boyunca düşey seyrelme değışimi çarpma noktaları işaretlenmiştir).....	326
Tablo 4.256: $\theta=60^\circ$ için, H=50cm derinliğinde sıcak su deşarjı jet merkez eksenı boyunca ortalama ortalama düşey seyrelme değışimleri çarpma noktaları işaretlenmiştir).....	328
Tablo 4.257: $\theta=60^\circ$ için, H=20cm derinliğinde sıcak su deşarjı jet merkez eksenı boyunca ortalama ortalama düşey seyrelme değışimleri çarpma noktaları işaretlenmiştir).....	328
Tablo 4.258: $\theta=60^\circ$ için, H=15cm derinliğinde sıcak su deşarjı jet merkez eksenı boyunca ortalama ortalama düşey seyrelme değışimleri çarpma noktaları işaretlenmiştir).....	329
Tablo 4.259: $\theta=60^\circ$ için, H=10cm derinliğinde sıcak su deşarjı jet merkez eksenı boyunca ortalama ortalama düşey seyrelme değışimleri çarpma noktaları işaretlenmiştir).....	329
Tablo 4.260: $\theta=60^\circ$ için, H=5cm derinliğinde sıcak su deşarjı jet merkez eksenı boyunca ortalama ortalama düşey seyrelme değışimleri çarpma noktaları işaretlenmiştir).....	330
Tablo 4.261: Serbest boyuna seyrelme ile daha sığ koşullardaki çarpma noktası seyrermelerinin $\theta=0^\circ$ için karşılaştırılmaları.	342
Tablo 4.262: Serbest boyuna seyrelme ile daha sığ koşullardaki çarpma noktası seyrermelerinin $\theta=15^\circ$ için karşılaştırılmaları.	342
Tablo 4.263: Serbest boyuna seyrelme ile daha sığ koşullardaki çarpma noktası seyrermelerinin $\theta=30^\circ$ için karşılaştırılmaları.	343

Tablo 4.264: Serbest boyuna seyrelme ile daha sığ koşullardaki çarpma noktası seyrelmelerinin $\theta=45^\circ$ için karşılaştırılmaları.	343
Tablo 4.265: Serbest boyuna seyrelme ile daha sığ koşullardaki çarpma noktası seyrelmelerinin $\theta=60^\circ$ için karşılaştırılmaları.	343
Tablo 4.266: Serbest jet düşey seyrelme dağılımları ve kısıtlı derinliklerdeki çarpma noktası seyrelmeleri, eğilim çizgileri (a-j) ve eğilim çizgisi kastayıları (k ve l).	347
Tablo 4.267: $\theta=0^\circ$ için derinlik ve düşey seyrelme deney ve model karşılaştırmaları.	347
Tablo 4.268: $\theta=15^\circ$ için derinlik ve düşey seyrelme deney ve model karşılaştırmaları.	347
Tablo 4.269: $\theta=30^\circ$ için derinlik ve düşey seyrelme deney ve model karşılaştırmaları.	347
Tablo 4.270: $\theta=45^\circ$ için derinlik ve düşey seyrelme deney ve model karşılaştırmaları.	348
Tablo 4.271: $\theta=60^\circ$ için derinlik ve düşey seyrelme deney ve model karşılaştırmaları.	348
Tablo 4.272: Deşarj açısına göre düşey birinci seyrelmelerinin Fan ve Brooks (1969) sonuçları ile karşılaştırılması.	349
Tablo 4.273: $H/dF - \Delta S/F(\%)$ modeli geçerlilik aralıkları.	356

SİMGE VE KISALTMA LİSTESİ

Simgeler	Açıklama
A	: Enkesit alanı
A_j	: j numaralı bir delik boru çapı alan
a_j	: j numaralı deliğin çapı alanı
a_o	: Çıkış suyu, bir deliğin d_o minimum çapından alanı
C'_{Dj}	: j numaralı delikteki büzülme katsayısıdır
C_a	: İz maddesinin ortam akışkanı içerisindeki konsantrasyonu
C_c	: büzülme katsayısı
C_D	: Deşarj katsayısı
C_{Dj}	: j numaralı çan ağızlı delik için deneysel “deşarj katsayısı”
C_o	: Deşarjdaki iz maddesi kütle konsantrasyonu
d	: Jet (delik) çapı Dairesel delik çapı
D_o	: Deşarj deliği çapı
D_j	: j numaralı bir delik boru çapı
d_j	: j numaralı deliğin çapı
d_o	: Çıkış suyu bir deliğin minimum çapı
E	: Saçak içindeki noktaya sürüklenmiş toplam akışkandır
E_j	: j numaralı bir delik
f	: Darcy-Weisbach sürtünme katsayısı
F	: Yoğunluksal Froude sayısı
F'	: Yoğunluksal Froude sayısı (Fan ve Brooks seyrelme abağı yardımcı hesaplama değeri)
F_j	: Boyutsuz bir parametre olan yoğunluksal Froude sayısı
f_j	: Borunun oransal pürüzlülüğü
g	: Yerçekimi ivmesi
g_o'	: Etkili yer çekimi ivmesi
H	: Deşarj derinliği
h_f	: Sürekli yük kaybı
h_j	: Deliğin üzerindeki su sütunu yüksekliği
h_{j+1}	: numaralı bir delik delik merkezi terfi yükseklikleri
h_n	: Yüzey tabakası kalınlığı
j	: Numaralı bir delik
k_1	: boyutsuz yersel veya küçük yük kaybı katsayısıdır
l	: Delikler arası uzaklık
L	: Yayıcı uzunluğu
l_m	: Kaynak momentum akısının yüzdürme akısına göre uzaklık
n	: Pürüzlülük faktörü
N	: Tabakalaşma yüzdürme frekansı
p_{aj}	: j numaralı bir delik genel basınç
p_j	: j numaralı deliğin su kaynağı tarafındaki boru içi ortalama

q	: Tek delikten geçen debi miktarı
q_j	: j numaralı bir delikten geçen debi
Q_j	: j numaralı bir delik boru debisi
Q_T	: Deşarj tesisinden boşaltılan toplam debi
Re	: Reynolds sayısının
R_j	: j numaralı delikteki Reynolds sayısının
$S (\text{‰})$	: Deniz suyu tuzluluk
S	: Seyrelme
S_1	: Birinci seyrelme
S_2	: İkinci seyrelme
S_3	: Üçüncü seyrelme
S_m	: Merkez eksen seyrelmesi
T	: Deniz suyu sıcaklık
T_0	: Atıksu Sıcaklığı
T_a	: Alıcı ortam suyu sıcaklığı
T_m	: Yerel maksimum sıcaklık farkı (T_4 nolu kanal) .
u	: Jet elemanının hızı ve akıntısı
u_0	: Başlangıç hızı
U_0	: İlk hız
u_j	: j numaralı bir delik debi hızı
V_j	: j numaralı bir delikten geçen debinin hızı
V_{j-1}	: j numaralı bir delik hızları
x	: Yatay koordinatlar jet merkez eksenini yörüngesini ifade etmektedir
x_i	: Çarpma noktasındaki x değeri
y	: Düşey koordinatlar jet merkez eksenini yörüngesini ifade etmektedir
$\bar{C}$	: Saçak boyunca akı ortalama konsantrasyonudur
ρ	: Sıvı yoğunluğu
ϵ^*	: Boru duvarının ortalama pürüzlülük yüksekliğini
ϵ^*/D_j	: Oransal pürüzlülük
ρt	: °C'deki deniz suyu yoğunluk (t/m^3)
σt	: °C'deki oşinografik yoğunluk
α	: Hacimsel genleşme katsayısı
γ	: Boru dışındaki suyun birim hacim ağırlığı (Özgül ağırlık)
ΔS	: Seyrelme farkı
$\Delta S\%$	: Seyrelme farklarının yüzdesi
ΔT_0	: Sıcaklık farkı
ΔT_{maks}	: Jetin her hangi bir kesitindeki en yüksek sıcaklık farkı değeridir
θ	: Jet ekseninin yatayla yaptığı açı
μ	: Özgül kütle akısı
v	: Akan sıvının kinematik viskozitesidir
ρ_0	: Atıksu yoğunluğu
ρ_a	: Alıcı ortam yoğunluğu

kısaltmalar	Açıklama
3DLIF	:Üç boyutlu LIF
ABD	: Amerika Birleşik Devletleri
AKM	: Askıda Katı Madde
BDFE	: The Buoyancy-Dominated Far-Field
BOİ	: Biyokimyasal Oksijen İhtiyacı
BOİ₅	: Beşgünlük Biyokimyasal Oksijen İhtiyacı
CFU	: Colony Forming Unit (koloni oluşturan birim hücre)
CORMIX	: Cornell Karışım Zonu Uzman Sistemi
ÇO	: Çözünmüş Oksijen
ÇOB	: Çevre ve Orman Bakanlığı
DDT	: Dikloro Difenil Trikloroethan
DSTP	: Deep Dea submarine Dailings Dlacement
EMS	: En Muhtemel Sayı
FC	: Fecal coliform (Fekal koliform)
KOİ	: Kimyasal Oksijen İhtiyacı
L	: Laminer
LIF	: lazerle uyarılmış ışınım
LNG	: Liquefied Natural Gas (Sıvılaştırılmış doğalgaz tesislerindeki)
PCB	: Trichlorobiphenyl
PCP	: Pentachlorophenol
PFU	: Plaque Forming Unit (plak oluşturan birim hücre)
pH	: Hidrojen İyonu Konsantrasyonu
PPM	: Parts Per Million
SKKY	: Su Kirliliği Kontrolü Yönetmeliği
STP	: Submarine Tailings Plaement
T	: Türbülanslı
T₉₀	: Bakterilerin % 90' ının yok olması için gerekli süre, sn
TC	: Total coliform (Toplam koliform)
UM3	: The three-dimensional Updated Merge (UM) (denizel ortamdaki karışım zonlarını matematiksel modellenmesi)
US-EPA	: United States Environmental Protection Agency
UV	: Ultraviolet (mor ötesi ışınım)
WHO	: World Health Organisation

ÖZET

DOKTORA TEZİ

SIĞ SULARA BOŞALTIM YAPAN ISIL DENİZ DEŞARJLARININ BİRİNCİ SEYRELMEİNİN İNCELENMESİ

Fatma DJAMAA

İstanbul Üniversitesi

Fen Bilimleri Enstitüsü

Çevre Mühendisliği Anabilim Dalı

Danışman: Doç. Dr. Semih NEMLİOĞLU

Pek çok sanayi tesisinde ısıtım işlemleri yapılmaktadır. Özellikle deniz kıyılarındaki tesislerde sıcak kaynakların ekonomik bir şekilde soğutulmasında açık devre soğutma suyu sistemlerinden yararlanılmaktadır. Bu durumda sıcak su deşarjları oluşmaktadır. Sıcak su deşarjı deniz ekolojisinde olumsuzluklara neden olabilmektedir. Bu durumun önlenmesi için sıcak su deşarjında alıcı ortam suyunun sıcaklığının değişimi yasalar ile kısıtlanmıştır. Bu sınırlara uyulması için çok delikli ayıcılı ısıtım derin deniz deşarjı tesislerinden yararlanılmaktadır. Diğer yandan, ekonomikliğin artırılması için daha sığ derinliklere deşarj istenmektedir. Ancak, sığ ortama sıcak su deşarjı sırasında atıksu jetleri yüzeye daha erken çarpmaktadırlar. Çarpmış haldeki jetlerin birinci seyrelme başarımları tam bilinemediğinden incelenmesine gereksinim duyulmaktadır.

Bu çalışmada, durgun, üniform alıcı su ortamına $\Delta T_0 = +5^\circ\text{C}$ başlangıç sıcaklık farkı ile bir deney tankı içerisinde tekil dairesel bir delikten sıcak su deşarjı gerçekleştirilerek sığlaşma sonucu birinci seyrelmenin etkilenme eğilimleri incelenmiştir. Yataya göre deşarj açıları $\theta = 0^\circ, 15^\circ, 30^\circ, 45^\circ$ ve 60° olan, deşarj deliği üzerindeki su yüksekliği, $H = 5, 10, 15, 20, 50$ cm, deşarj deliği çapı, $d = 0,5$ cm olup, yoğunluksal Froude sayısı $F = 20-30$ aralığındadır. Rodamin B iz maddesi olarak kullanılmıştır. Bu çalışma sonucunda, derinlik azaldıkça, çarpma noktası uzaklığının kısaldığı, çarpma noktası uzaklığı ile derinlik arasında incelenen tüm yukarı yönlendirme açıları için normalize deneysel sonuçlar ile oluşturulan model arasındaki korelasyonun (R^2) minimum ve maksimum sırasıyla 0,9386-0,9822 olduğu belirlendi. Ayrıca, derinlik azaldıkça çarpma noktası seyrelmesinin serbest jetin aynı derinlikteki seyrelmesinden küçük olduğu belirlendi.

Haziran 2016, 415 sayfa.

Anahtar kelimeler: Sıcak Su Deşarjı, Termal Deşarj, Deniz Deşarjı, Birinci Seyrelme, Pozitif Yüzerlik, Çarpma Noktası Seyrelmesi.



SUMMARY

Ph.D. THESIS

AN INVESTIGATION ON INITIAL DILUTION OF THERMAL MARINE OUTFALLS DISCHARGING INTO SHALLOW RECEIVING WATERS

Fatma DJAMAA

İstanbul University

Institute of Graduate Studies in Science and Engineering

Department of Environmental Engineering

Supervisor: Assoc. Prof. Dr. Semih NEMLİOĞLU

Thermal processes performed at many of industrial facilities. Open cycle cooling water systems can be economically used for especially thermal sources of near shoreline located facilities. Hot water discharges can be produced such cases. Hot water discharges can have undesired effects on marine ecology. Because of these undesired effects, in order to prevent such condition, temperature change effects in receiving water ambient of thermal discharges are limited by regulations. In order to obey limitations hot water marine outfall systems with multiport diffusers can be used. On the other hand, discharge depths of hot water can be desired as shallower locations because of economic reasons. However, during discharge of how water jets, they hit to the upper boundary of water surface earlier than deeper conditions. Because of initial dilution performances of hot water jets at the impingement point are not exactly known, they need to be investigated.

In this study, effects of shallower depths on initial dilution levels of singular hot water discharge into stagnant and uniform receiving water body with $\Delta T_0=+5^\circ\text{C}$ initial temperature change by a inclined circular port. Port inclination angles were $\theta=0^\circ, 15^\circ, 30^\circ, 45^\circ$, and 60° , port depths were $H=5, 10, 15, 20, 50$ cm, port diameter was $d=0.5$ cm, and densimetric Froude numbers interval was between $F=20-30$. Rhodamine B was used as tracer. According to this study, impact point distance was decreased because of shallower conditions were found. It was also found a mathematical model between experimental normalized impact point distances-port depth results with min and max correlations (R^2) 0.9386-0.9822, respectively in all inclination cases. Additionally, it was determined that impact point dilution levels were lower than at the same depth of free hot water jets' initial dilutions.

June 2016, 415 pages.

Keywords: Hot Water Discharge, Thermal Discharge, Marine Outfall, Initial Dilution, Positive Buoyancy, Impact Point Dilution.



1. GİRİŞ

Isıl yöntemlerden yararlanılarak enerji elde edilmesi başta olmak üzere, pek çok enerji üretim tesisinde ve sanayi tesislerinde ısı işlemleri gerçekleştirilmektedir. Isıl işlemler sonucu, termik veya nükleer elektrik santrallerinde olduğu gibi, yoğunlaştırılması gereken buhar veya doğalgaz sıvılaştırma tesislerinde de karşılaşıldığı gibi, atık ısı, yoğunlaştırılması gereken büyük akışkan kütleleri oluşturulmaktadır. Atık ısının uzaklaştırılmasında, büyük su kütlelerinin bulunduğu bölgelerde, yaygın olarak açık devre su ile soğutma veya ısıtma çevrim sistemlerinden yararlanılmaktadır. Isıtılmış halde olan uzaklaştırılması gereken soğutma suyu veya soğutulmuş halde olup uzaklaştırılması gereken ısıtma suyu, bu açık çevrim sistemlerinin bir parçası olan ısıl derin deniz deşarjı sistemlerinden yararlanılarak uzaklaştırılmaktadır.

Bu sistemler ile çoğunlukla denizden çekilen su dezenfeksiyon gibi ön işlemlerin ardından soğutma işlemi için eşanjörlere alınmakta ve soğutacağı akışkan kütlelerinin atık ısını alarak daha yüksek sıcaklıkla alıcı ortama bir deşarj borusu ile verilmektedir. Çoğunlukla, kendi vücut sıcaklıklarını ayarlayamayan canlıların yaşadığı deniz ortamına verilen yüksek sıcaklığa sahip soğutma suyu, buradaki canlıların gerek kendilerine, gerekse üremelerine olumsuz etkiler yapabilmektedir. Bu nedenle, gerek Dünya’da, gerekse Türkiye’de atık ısının alıcı ortama verilmesi sınır değerler belirlenerek yasal olarak kısıtlanmıştır. Ancak, gerek alıcı ortama verilecek üst sıcaklık değerinin çok kısıtlı olması, gerekse alıcı ortamın sıcaklığının artırılmasındaki sınır değerlerin sağlanmasındaki güçlük nedeniyle, çok büyük miktardaki su kütlelerinin kullanılması gerektirmektedir.

İstenen çevresel koruma şartlarının sağlanması için ısıl atıksuyun alıcı ortam suyu ile büyük miktarda karışımının sağlanarak seyreltilmesi gerek ekolojik dengenin korunması ve gerekse yasal sınırların sağlanmasında büyük önem taşımaktadır. Isıl atıksular, dezenfektan maddeler de içerebildikleri için hızlı bir karışımın sağlanması sucul ekosistemin korunabilmesi için çok gereklidir. Ne var ki, ısıl işlem yapan tesisler limanların da bulunmasının gerekli olduğu, akıntısı az ve hatta sığ olan bölgelerde

konuslanmaktadırlar. Bu tür bir durumda, ısıl deşarj tesisleri kısa boru hattına sahip, neredeyse durgun ve homojen, sığ bir alıcı ortama çok hassas bir deşarj gerçekleştirmek durumundadırlar. Seyrelme mekanizmalarında en önemli ve kontrol edilebilen ilk aşama olan birinci seyrelmenin bu olumsuz koşullarda tasarımcı için gerekli deneysel parametrelerinin oluşturulması, atıksuyun davranış şekillerinin belirlenmesi ve birinci seyrelmenin uzaklığa bağlı olarak tahmini çok büyük bir önem arz etmektedir.

Denizlerde sıcaklık ve tuzluluk farkından dolayı oluşan tabakalaşmalar nedeni ile daha derinlerdeki soğuk su katmanları, üst taraftan sıcaklığı daha fazla ve yoğunluğu daha düşük su katmanları tarafından örtülmektedir. Atıksuyun alt tabakalara deşarj edilmesi ile oluşacak atıksu-soğuk deniz suyu karışımının yoğunluğu üst katmanlardaki daha sıcak suyun yoğunluğundan fazla ise atıksuyun yüzeye çıkma olasılığı çok düşük olacaktır. Bunun ötesinde su katmanları arasındaki tabakalaşma bu geçişi zorlaştıran faktör olmaktadır. Dolayısı ile eğer deşarj yapılan alıcı ortamda tabakalaşma varsa huzmeye girişim yapan ilk yoğun su daha az yoğun su ortamına yükselirken huzmenin yukarı doğru yüzebilirliği azalır. Bu yükseliş sırasında herhangi bir noktada huzmenin yoğunluğu ortam suyunun yoğunluğu ile eşitlenir, yükselme durur. Huzme orta denge yüksekliğine ulaşır. Şayet tabakalaşma azsa veya kış aylarında olduğu gibi hiç yoksa, huzme su yüzeyine kadar yükselir.

Yakınlardan olarak adlandırılan ilk karışma bölgesinin ötesinde, Uzaklardan olarak tanımlanan bölgede atıksu ortam akıntıları ile taşınır ve difüzyonla seyrelir. Yakınlardan ve uzaklarda gerçekleşen seyrelme mekanizması tamamen farklı olduğundan ayrı incelenmiştir.

Bu çalışmada “Sığ sulara boşaltım yapan ısıl deniz deşarjlarının birinci seyrelmesinin incelenmesi ”. Isıl deşarjın serbest atıksu jetleri şeklinde gerçekleştirildiği ve deşarj derinliğinin aşamalı olarak azaltılması sonu atıksu jetinin aldığı şeklin görsel olarak belirlendiği. Atık ısının uzaklığa ve genişliğe bağlı olarak termometre sistemiyle ölçülerek azalmasının belirlenerek birinci seyrelmesinin ortaya konulduğu deneysel bir çalışma oldu. Alıcı ortamı, içerisine belirli sıcaklıkta su doldurulmuş, homojen ve durgun ortamın olduğu bir deney tankı, deşarjı ise rodamin B ile renklendirilip $\Delta T_0 = +5^\circ\text{C}$ deşarj sıcaklık farkı ile yapılan, yataya göre 0° , 15° , 30° , 45° , ve 60° yukarı

yönlendirilmiş, belirli hızlarda. Gerçekleştirilen dairesel bir delikten yapılan yapay atıksu jeti temsil edildi.

Deneylerin gerçekleştirilmesi sırasında deşarj edilen su ile tank içerisindeki suyun birbirleriyle karşılaşmadan önce, deşarj edilen suyun deşarj noktasına ulaştırılması sırasında deşarj hattından özellikle deney tankı içerisinde ısı kazanımı yüksek ve kararsız olduğundan ısı izolasyonunun sağlanabilmesi amacıyla 0° , 15° , 30° , 45° , ve 60° açılı deşarj delikleri kullanıldı. Deşarj delikleri teflondan yapılmışlardır.

Delik üzerindeki su yüksekliği aşamalı olarak azaltılarak, engelle karşılaşmamış serbest jet ile sığlaşma nedeniyle engellenmiş (yüzeye çarpmış) durumları arasında jet tepe noktası varsa jet tabana çarpma noktası uzaklıkları varsa jet yoğunluk akıntısı kalınlıkları.

En yüksek kırılma değerlerinin bulunduğu kaynaktan uzaklığa bağlı elde edilen jet içi merkez eksen yörüngeleri ve sıcaklık farklı, seyrelme değerleri elde edilerek birbirleriyle karşılaştırıldı. Sonuçta, engellenmiş olsa bile, ısı atıksu jetlerinin uygun bir şekilde garanti edilebilir bir birinci seyrelme kapasitesine ulaşıp ulaşılamayacağı değerlendirildi.

2. GENEL KISIMLAR

2.1. DENİZ ORTAMI

Dünya yüzeyinin yaklaşık % 70,5'i okyanus ve denizlerle kaplıdır (Davis, Jr., 1991). Toplam su hacmi 1.35 km^3 olan okyanusların ortalama derinliği 3800 m'dir. Deniz Bilimi'nin ulaştırma, balıkçılık, iklim, jeofizik, su ve enerji dengesi, güvenlik ve ekolojik bakımdan önemi eski çağlardan beri bilinmektedir. Denizler, su ürünleri, su sporları, turizm ve ulaşım gibi nimetlere ilaveten soğutma suyu temini ve atıklar için alıcı ortam teşkili yoluyla endüstriyel ve evsel maksatlı kullanımlara da imkan vermektedir. Denizlerden en iyi şekilde yararlanmak, ancak bu eşsiz kaynağın korunması ile mümkündür.

Deniz ortamı, içindeki canlıların değerine, fiziksel ve kimyasal özelliklerine göre birincil ve ikincil biyotik bölgelere ayrılır (Thurman, 1994). Bu birincil bölgelerden biri bentik, diğeri de pelajik bölgelerdir. Bentik bölge deniz tabanındaki ortamıçine alır. Pelajik bölgeyse bütün su kütlesini içerir. Bentik bölge litoral ve derin deniz olmak üzere iki ana bölgeden oluşur. Bu iki bölgeyi ayıran hat keyfi olarak 200 m su derinliğinden geçer. Pelajik bölge deneritik ve açık deniz bölgesi olarak iki bölüme ayrılır. Pelajik bölgenin 200 m derinliğe kadar ışık alan kısmı, neritik ve açık deniz bölgeleri arasındaki sınır düşey olarak genellikle kıta yamacının kenarıdır.

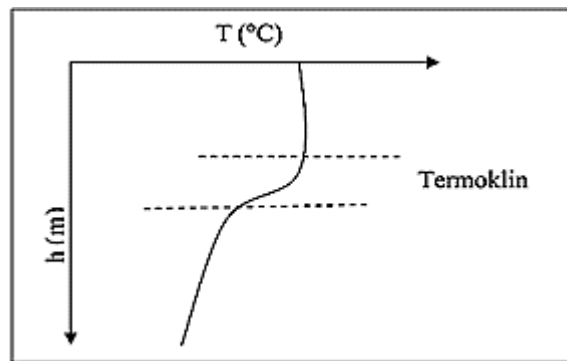
Sahile yakın kesimde denizler iki bölgeye ayrılır. Bunlar, kıta sahanlığı ve kıta çukurudur. Kıta sahanlığı, sahil çizgisi ile deniz tabanının eğiminin aniden arttığı kıta eşiği arasındaki kısımdır. Dünya okyanuslarının % 7.5'ini kaplayan kıta sahanlığının ortalama genişliği 78 km, derinliği ise 133 m derinliğe kadar olan sahil kesimi kıta sahanlığı olarak kabul edilmektedir. Atıksu deşarjlarıda kıta sahanlığı olarak adlandırılan bu kısmın 75 m'yi geçmeyen derinliklere kadar olan sığ sularına yapılmaktadır. Denizler okyanuslara nispeten daha küçük tuzlu su ortamlarıdır. Genellikle etrafları kara parçaları ile çevrili olup okyanuslara bağlantıları vardır. Haliç ve körfezlerle kara parçalarının içlerine kadar sokulurlar. Etrafı karalarla çevrili olan iç

denizlerin, okyanuslar veya açık denizlerle irtibatı sağlayan boğazlarının hidrografik özellikleri, bu denizlerin su kalitesi, akıntı iklimi ve diğer karakteristiklerini önemli ölçüde etkiler. Örneğin kapalı bir deniz olan Akdeniz'in yılda ancak toplam su miktarının % 1'i bağlandığı denizlere karışır (Koç, 2008).

2.1.1. Deniz Suyu Özellikleri

2.1.1.1. Deniz Suyunun Sıcaklığı

Deniz yüzeyinde ve yüzeye yakın noktalarda su sıcaklığı hem mevsimlik hem de günlük değişim gösterir. Su derinliğinin az olduğu kıyı kesimi dışında, deniz tabanına yakın bölgede su sıcaklığı kayda değer bir değişiklik göstermez. Suyun yüzeyi ile deniz tabanı arasında sıcaklığın derinliğe göre diğer kısımlardakine oranla çok daha hızlı olarak değiştiği bölgeye termoklin tabakası adı verilir. Termoklin tabakasında genellikle $1^{\circ}\text{C}/\text{m}$ 'den daha büyük bir sıcaklık değişimi söz konusudur. Denizlerdeki sıcaklık-derinlik profili tipik olarak Şekil 2.1'deki gibi gösterilebilir. Üst tabakadaki sıcaklıkların nispeten değişmez olması, bu kısmın rüzgar etkisiyle daha iyi karışmasından ileri gelmektedir. Termoklin bölgesinin üzerinde yer alan su tabakasının sıcaklığı, yazın dipteki tabakanın sıcaklığından daha fazladır. Kış mevsiminde ise tam tersidir. Denizlerde genel olarak üç çeşit termoklin bulunur. Birincisi kalıcıdır ve oldukça derinde oluşur. İkincisi mevsimlidir, ilkbaharda oluşur ve sonbaharın sonunda ortadan kalkar. Üçüncüsü ise gündüzdür, sabah oluşup akşam kaybolur (Nişel, 1977).



Şekil 2.1: Tipik sıcaklık-derinlik değişimi (Nişel, 1977).

Sıcaklık, deniz suyunun en önemli özelliklerinden olup diğer birçok parametre üzerinde de etkilidir. Örneğin akıntılar, sıcaklığın su üzerinde yarattığı yoğunluk farkından kaynaklanır (Yalçın, 2011). Okyanus sularının sıcaklığı, bunların ısınma ve soğumasını

aynı anda zıt yönlerde etkileyen faktörlerin etkisindedir. Okyanus sularının ısınmasında etkili olan temel etkenler aşağıda verilmektedir.

- Güneş ışınlarının absorpsiyonu,
- Yer kürenin iç ısısı,
- Kinetik enerjinin ısıya dönüşmesi,
- Su buharının yoğunlaşmasından oluşan ısı,
- Kimyasal ve biyolojik olaylardan oluşan ısı,

Okyanus ve deniz sularının ısı kaybına neden olan temel etkenler ise;

- Deniz yüzeyinden yansıma,
- Buharlaşmaya bağlı ısı değişimleri,
- Atmosfere bağlı ısı değişimleri, olarak sıralanabilir.

Okyanuslar belli zamanlarda bir ısı kaynağı gibi davranarak etraflarına ısı verir. Bu olay denizlerin atmosferden daha sıcak olduğu dönemlerde gerçekleşir. Ancak buharlaşma olayı okyanus ve denizlerde en fazla ısı kaybına neden olan etkindir. Gerçekte okyanus ve denizlerin kazandığı enerjinin yarıdan fazlası, atmosfere buharlaşma yoluyla iade edilir.

Okyanus sularının yüzey sıcaklığının günlük değişimleri, güneş ışınlarının şiddeti ve süresiyle suların karışım durumuna bağlıdır. Bu değişim kutuplara yaklaştıkça ve derin suların yüzey tabakalarında çok düşük olduğu halde, sığ sahil sularında daha fazladır. Örneğin, kutuplara yakın bölgelerde 0,3-0,5 °C'lik maksimum değişime karşın sahillerde ve az derin bölgelerde değişim 2-3 °C'ye ulaşır (Yalçın, 2011). Yüzey suları sıcaklığının mevsimsel değişimleri ise, güneş ışınlarının mevsimsel değişimleri ile atmosfer ve okyanuslar arasındaki ısı alışverişini etkileyen rüzgarlara ve okyanus akıntılarına bağlıdır. Bu değişimler Kutup bölgesinde düşük olmakla beraber (genellikle 2 °C, bazen 8 °C), ılıman bölgelerde ve karalarla çevrili denizlerde (Karadeniz, Adriyatik Denizi vb.) oldukça yüksek (10-12 °C) değerlere ulaşmaktadır. Derin sularda ise sıcaklık pratik olarak sabittir. Genellikle tüm okyanus ve deniz sularında yüzeyden dibe doğru bir sıcaklık azalışı mevcut olup bu değer 28-30 °C'den -1 °C'ye değişmektedir (Geldiay ve Kocataş, 1998).

Derinliğe bağlı sıcaklık değişimleri ile ilgili olarak Ekvator çevresi ve ılıman bölgelerde yapılan incelemelerde sıcaklığın tabakalaşmalar gösterdiği ve yüzeyden dibe doğru yüzeysel tabaka, geçiş tabakası ve derin su tabakası olmak üzere üç tabakanın olduğu

saptanmıştır. Yüzeyde derinlikle pek fazla değişmeyen yüksek sıcaklıkta bir yüzey tabakası ile derinlerde yine derinlikle değişim göstermeyen düşük sıcaklıkta bir alt tabaka bulunmaktadır (Samsunlu, 1995). Suyun yüzeyi ile deniz tabanı arasında sıcaklığın derinliğe göre diğer kısımlardakine oranla çok daha hızlı olarak değiştiği bölgeye termoklin tabakası adı verilir. Termoklin tabakasında genellikle derinlikle 1 °C/m'den daha büyük bir sıcaklık değişimi söz konusudur. Termoklin bölgesinin üzerinde yer alan su tabakasının sıcaklığı, yazın dipteki tabakanın sıcaklığından daha fazladır. Kış mevsiminde ise tam tersidir. Üst tabakadaki sıcaklıklar nispeten üniform olup bu durumun sebebi, bu kısmın rüzgar ile daha iyi karışmasıdır (Berkün, 2006).

2.1.1.2.Deniz Suyunun Tuzluluğu

Deniz suyu bünyesinde çözünmüş, askıda organik ve inorganik maddelerle çeşitli gazlar bulunmaktadır. Deniz suyu içerisindeki başlıca anyon ve katyonlar Tablo 2.1'de verilmiştir. Tablodan da görüldüğü üzere sadece Na⁺ ve Cl⁻ iyonlarının tuzluluğa katkısı% 85.65'tir.

Okyanuslardaki tuzluluk seviyesi genellikle % 34-38 aralığında değişmektedir. İç denizler ve sahil sularında tuzluluk tatlı sularla karışım oranına bağlı olarak daha geniş aralıklarda değişir. Tuzluluk ayrıca derinlik boyunca da değişim gösterir. Tuzluluğun derinlikle değişimi açık denizlerde fazla önemli olmamasına karşılık sahil suları ve körfezlerde çok barizdir. Tuzluluk, en basit tanımıyla bir kilogram deniz suyundaki gram cinsinden toplam çözünmüş madde miktarıdır. Bu bakımdan boyutsuzdur ve binde birim olarak ifade edilir. Çoğu okyanus ortamında tuzluluk değerleri ortalama 35 ppt civarındadır (Yalçın, 2011).

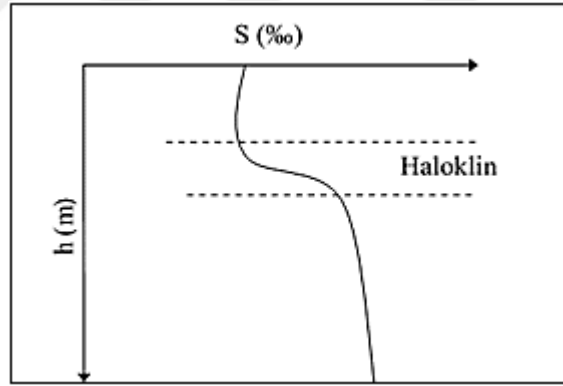
Deniz yüzeyindeki tuzluluk, yağışlar, buzların erimesi ve akarsularla gelen tatlı sularla karışım gibi sebeplerle azalırken buharlaşma ve buzlanma tesiriyle artar. Bu yüzden, yıllık yağış miktarının buharlaşmadan fazla olduğu ekvatora yakın bölgelerde deniz suyunun tuzluluğu diğer yerlere göre daha azdır. Keza artan enlemlerde de buharlaşma nispi olarak azaldığı için tuzluluk daha düşüktür.

Okyanusların haricindeki büyük su kütleleri olan denizler, körfezler ve diğer iç denizlerde, bu denizlerin açık deniz veya okyanuslarla bağlantı şekli tuzluluğu etkiler. Dar ve su alışverişi sınırlı bir bağlantı, iç denizlerdeki tuzluluğun mevsimlik olarak

geniş aralıklarda değişmesine yol açabilir. Denizlerdeki ortalama tuzluluk ve yoğunluk değerleri Tablo 2.2’de görülmektedir. Bu tabloda mukayese bakımından kanal suyu ile içilebilecek en tuzlu içme suyu da ayrıca verilmiştir.

Yurdumuzda sıcak Akdeniz kıyılarında, deniz yüzeyindeki suların tuzluluğu buharlaşmanın fazlalığı nedeniyle yüksektir. Sıcaklığın daha düşük olduğu Karadeniz kıyılarında ise yağışların ve nehir debilerinin buharlaşmadan daha fazla olması nedeniyle deniz yüzeyindeki suların tuzluluğu daha düşüktür. Akdeniz’de ortalama tuzluluk % 34.3 iken Karadeniz’de bu miktar % 17.2’dir. Bu iki su kütlesi arasında yer alan Marmara Denizi’nin ortalama tuzluluğu ise % 25.5’dir. Tuzluluğun mekana ve derinliğe göre değişimi mevsimlik bir karakter arz eder. Sahil sularında daha az tuzlu sular üst kısımlarda, daha tuzlu sular ise alt kısımlarda yer alır (Nişel, 1977).

Tuzluluğun derinlikle ani olarak değiştiği ara bölgeye haloklin tabakası adı verilmektedir (Şekil 2.2). Üst ve alt kısım arasındaki tuzluluk farkı okyanuslarda daha azdır.



Şekil 2.2: Tipik tuzluluk-derinlik değişimi (Nişel, 1977).

Tuzluluk, içerisindeki karbonat ve organik maddelerin tamamen okside olduğu, Brve I⁻ iyonlarının Cl⁻ ile değiştirildiği 1 kg deniz suyundaki gram cinsinden katı madde miktarı olarak tanımlanmaktadır. Tuzluluk, sıcaklık ve özgül iletkenlikle birlikte Salinometre aleti ile ölçülebilir.

Tablo 2.1: Deniz suyundaki önemli katyon ve anyonlar (Öztürk, 1996).

Anyon veya Katyon	Konsantrasyon (g/kg) veya (%)	Tuzluluğa Katkısı(%)
Na ⁺	10.770	30.61
Mg ²⁺	1.294	3.69
Ca ²⁺	0.413	1.16
K ⁺	0.387	1.10
Cl ⁻	19.353	55.04
SO ₄ ²⁻	2.712	7.68
HCO ₃ ⁻	0.142	0.41
Br ⁻	0.067	0.19
I ⁻	0.060	Eser
Toplam	35.198	99.88

Tablo 2.2: Denizlerdeki tuzluluk ve yoğunluk değerleri (Öztürk, 1996).

Su	Tuzluluk (%)	Yoğunluk (kg/m ³)
İçme suyu standardı	0.5 (max. 1,0)*	1000 (4°C)
Evsel atıksu	0.5-1.5*	1001-1003 (999.9)
Fosil yeraltısuyu (Acısu)	1.5-3.0*	
Baltık Denizi	~8.0	1006
Karadeniz (yüzeyde)	17-18	~1013
Akdeniz	~34	~1028
Hint Okyanusu	34.6-35.5	
Diğer okyanuslar	34-38	1024-1030
Kızıldeniz	40	
Marmara Denizi (üst tabaka)	25	
Marmara Denizi(alt tabaka)	34	
İstanbul Boğazı(üst tabaka)	18-22	
İstanbul Boğazı(alt tabaka)	34	

Tuzluluk, içerisindeki karbonat ve organik maddelerin tamamen okside olduğu, Brve I- iyonlarının Cl⁻ ile yer değiştirdiği 1 kg deniz suyundaki gram cinsinden katı madde miktarı olarak tanımlanmaktadır. Tuzluluğa en fazla katkısı olan iyon Cl⁻ iyonudur. Tuzluluk, klorinite (Cl⁻) parametresine bağlı olarak geliştirilen Eşitlik (2.1) yardımı ile hesaplanır. Bu eşitlikte yer alan S, tuzluluğu (g/kg) ve Cl⁻, kloriniteyi (g/kg) ifade etmektedir (Kocataş, 1986).

$$S = 0,03 + 1,805 (Cl^-) \quad (2.1)$$

Tuzluluk, coğrafi konum ve derinliğe göre değişim gösterir. Denizlerde, yüzeydeki tuzluluk; yağışlar, buzların erimesi ve akarsularla gelen tatlı sularla karışım gibi sebeplerle azalırken buharlaşma ve buzlanma tesiriyle artar. Bu yüzden yıllık yağış miktarının buharlaşmadan fazla olduğu Ekvatora yakın bölgelerde deniz suyunun tuzluluğu diğer yerlere göre daha azdır. Artan enlemlerde ise buharlaşma nispi olarak azaldığı için tuzluluk daha düşüktür (Öztürk, 1996).

Türkiye’de sıcak Akdeniz kıyılarında, deniz yüzeyindeki suların tuzluluğu buharlaşmanın fazlalığı nedeniyle yüksektir. Sıcaklığın daha düşük olduğu Karadeniz kıyılarında ise yağışların ve nehir debilerinin buharlaşmadan fazla olması nedeniyle deniz yüzeyindeki suların tuzluluğu daha düşüktür (Berkün, 2006).

Tuzluluğun derinlikle değişimi açık denizlerde fazla önemli olmamasına karşın kıyı suları ve körfezlerde tatlı sularla karışım oranına bağlı olarak önem arz eder. (Öztürk, 1996). Kıyı sularında az tuzlu sular üst kısımlarda, daha tuzlu sular ise alt kısımlarda yer alır. Tuzluluğun derinlikle ani olarak değiştiği ara bölgeye haloklin tabakası adı verilmektedir (Berkün, 2006).

Tuzluluk artışı ile deniz suyunun yoğunluğu, moleküler vizkozitesi, elektriksel iletkenliği ve osmotik basıncı arttığı halde, spesifik ısı, donma noktası sıcaklığı ve ısı iletkenliği azalır (Kocataş, 1986).

2.1.1.3. Deniz Suyunun Yoğunluğu

Eşitlik (2.2) ’den tatlı suyun +4 °C’deki yoğunluğu 1000 kg/m³ ’tür. Deniz suyu yoğunluğunun tatlı su yoğunluğundan farkı oşinografik yoğunluk ile ifade edilir. Tatlı suyun + 4 °C’deki yoğunluğu 1000 kg/m³’tür. Deniz suyunun yoğunluğu ise içerisinde çözülmüş olan maddelerden dolayı tatlı sudan daha yüksektir.

$$\sigma_t = (\rho_t - 1) \cdot 1000 \quad (2.2)$$

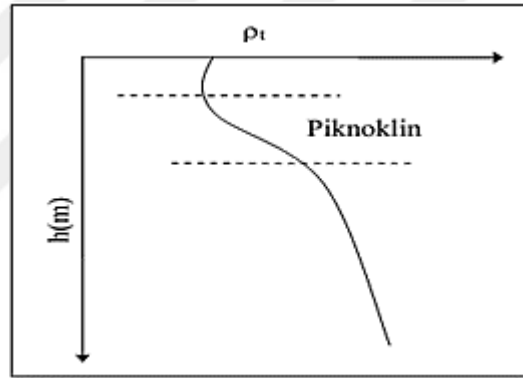
σ_t : t °C’deki oşinografik yoğunluk

ρ_t : t °C’deki deniz suyu yoğunluk (t/m³) tur.

Gerçekte deniz suyu yoğunluğu, sıcaklık, basınç ve tuzluluğa bağlı olarak değişir. Sahil sularında derinlik 200 m’nin altında olduğundan, basıncın tesiri genellikle ihmal edilmektedir.

Deniz suyu yoğunluğu, tuzluluk ve sıcaklığın değişimlerine göre derinlikle değişir. Genellikle az yoğun bir üst tabaka ve tabanda daha yoğun bir alt tabaka mevcuttur. Yoğunluğun derinlikle hızlıca değiştiği bölgeye piknoklin tabakası adı verilir. Yoğunluk üst kısımlarda daha düşük olup, derinlik arttıkça artarak sabit bir değere yaklaşır (Şekil 2.3). Yoğunluk ortamdaki türbülans seviyesini etkiler. Küçük yoğunluk farkları dahi yoğunluk tabakalaşmasına yol açarak düşey karışım için önemli oranda enerjiyi gerektirir. Yoğunluk, deniz suyunda tabakalaşmaya ve akıntıların oluşmasına etki eden önemli bir faktördür.

Tuzluluk, sıcaklık ve yoğunluk zaman ve mekana göre değişir. Özellikle atıksu deniz deşarj tesislerinin tasarımı için yıl boyunca mevsimlik değişimlerin mahallinde yapılacak oşinografik etütlerle belirlenmesi gerekir.



Şekil 2.3: Tipik yoğunluk-derinlik değişimi (Öztürk, 1996).

Termoklin, haloklin ve piknoklin tabakaları genellikle hemen hemen birbirleriyle çakışır ve deniz deşarjları sonucu ortaya çıkan atıksu tarlasının durumu hakkında fikir verir. Yoğunluk tabakalaşması olan ortamlarda çok özel haller dışında batmış atıksu tarlası teşekkül eder. Üniform yoğunluklu ortamlarda ise atıksu tarlası su yüzeyine kadar ulaşır ve yüzeyde tarla oluşur.

Deniz suyu yoğunluğunun tatlı su yoğunluğundan farkı oşinografik yoğunluk olarak tanımlanır ve oşinografik yoğunluk sıcaklık, basınç ve tuzluluğa bağlı olarak değişir (Öztürk, 1996).

Deniz suyu yoğunluğu, tuzluluk ve sıcaklığın değişimlerine göre derinlikle de değişir. Genellikle az yoğun bir üst tabaka ve tabanda daha yoğun bir alt tabaka mevcuttur.

Yoğunluğun derinlikle hızlıca değiştiği bölgeye piknoklin tabakası adı verilir. Yoğunluk üst kısımlarda daha düşük olup, derinlik arttıkça artarak sabit bir değere yaklaşır (Berkün, 2006). Yoğunluk; deniz suyunda türbülans, tabakalaşma ve suyun dikey doğrultudaki hareketlerini etkilediği için deniz suyunun önemli özelliklerinden biridir(Öztürk, 1996).

Kıyısularda deniz suyu yoğunluğu derinlik boyunca değişiklik gösteriyorsa bu durum genel olarak yoğunluk tabakalaşması olarak tanımlanır ve tuzluluk ile sıcaklığın derinlik boyunca değişiminden ileri gelir. Ilıman iklimlerde, termal tabakalaşma genel olarak mevsimseldir ve dolayısıyla yoğunluk tabakalaşması da mevsimsel olarak gözlenir. Ancak tropikal iklimlerde yoğunluk tabakalaşması yıl boyunca varlığını sürdürebilmektedir. Piknoklin olarak bilinen ve yoğunluğun ani değişiminin gözlemlendiği tabakanın kalınlığı ve pozisyonu, piknoklin ile piknoklini çevreleyen alt ve üst tabakalar arasında meydana gelen difüzyon ile tabaka sınırlarında akıntılardan ileri gelen kesme kuvvetleri sebebiyle oluşan türbülansla önemli ölçüde etkilenir (Bleninger, 2006).

Kıyısularda, tuzluluk salınımlarının temel sebebi deniz ortamına karasal tatlı su girişleri olarak ortaya çıkmaktadır. Özellikle nehir deşarjlarından ötürü nehir ağızları ve çevresinde önemli tuzluluk değişimleri ve buna bağlı olarak yoğunluk bulutları ortaya çıkmaktadır. Bu yoğunluk bulutları güçlü düşey ve yatay yoğunluk gradyanları ile karakterize olmaktadır. Nehir debisinin mevsimsel salınımlarından ötürü tuzluluk salınımları da mevsimsel olarak farklı karakterlerde ortaya çıkmaktadır. Yoğunluk tabakalaşması görülen sularda, düşey yoğunluk gradyanı genel olarak bu ortama deşarj olan akışkanların düşey hareketini önemli ölçüde kısıtlar. Bu sebeple, bu tür su ortamlarına deşarj edilen atıksular deniz yüzeyine çıkamadan, deniz ortamı yoğunluğu ile atıksu/deniz suyu karışımının yoğunluklarının eşitlendiği bir eş yoğunluk noktasında tutsaklanırlar.

2.1.1.4.Hidrojen İyonu Konsantrasyonu (pH)

Karalarda pH= 3.8-8.1 aralığında değiştiği halde denizler alkali karakterde olup, pH= 8.0-8.2 arasındadır, pH parametresi deniz suyundaki çözünmüş tuz ve CO₂ konsantrasyonuna bağlı olarak değişir. Deniz yüzeyinde fotosentez olayı cereyan ediyorsa pH yükselir. Denizin alt katmanlarında canlı varlıklar O₂ alıp CO₂ verdiklerinden pH= 7.4-7.5 değerine kadar düşer. Bu yüzden fotosentez olayının da

tesiriyle denizlerdeki pH, gece ve gündüz arasında farklılık gösterebilir. pH genellikle geceleri bir miktar düşer, gündüz saatlerinde ise yükselir. Okyanusların dibinde ise O₂ olmadığından ve H₂S oluştuğundan pH değeri 7'ye kadar düşer. CO₂ yönünden fakir sularda pH yükselir. Bikarbonatlar karbonatlara dönüşür. CO₃⁻² artışı pH artışına yol açar. CO₂ bakımından zengin sularda pH azalır. Su ortamlarının pH'si biyolojik olaylara ve ısıya bağlıdır.

Mevsimsel hatta günlük değişimler bile gösterir. CO₂'nin tersine suların pH'si kışın azalır, yazın ise en yüksek değerdedir. Çünkü kışın CO₂ soğukta suda daha çok çözünür. pH'nin düşey değişimleri ise genellikle O₂'nin düşey değişimleriyle uyusur. Özellikle fotosentez zonunun altında O₂ ve pH değişimleri paralel olarak giderler. Zira organik maddelerin oksidasyonu ve solunum olayları O₂'yi tüketir ve CO₂ ortaya çıkar. Buralarda pH azalır. Asgari O₂ konsantrasyonunun altındaki daha derin sularda O₂ artışına paralel olarak pH yükselir (Öztürk, 1996).

2.1.1.5. İz Elementleri

Deniz suyunda periyodik sistemdeki elementlerin hemen hemen tamamı bulunmaktadır. Bu elementlerin çoğu oldukça düşük konsantrasyonlarda olmakla birlikte bu miktarlar doğal ve ekolojik faktörlere bağlı olarak değişir. Çeşitli elementlerin belli bir su kütleindeki kalış süreleri bu elementlerle alıcı ortamın fiziko-kimyasal ve biyolojik özelliklerine bağlıdır. Ana elementler deniz suyunun yoğunluğu üzerinde belirleyici etkiye sahiptir. İz elementler ise jeokimyasal ve biyolojik faaliyetler açısından önem taşırlar (Öztürk, 1996).

2.1.1.6. Çözünmüş Gazlar

Deniz suyunda atmosferdeki gazların tümüne rastlanır. Bunun nedeni atmosferle temas halinde olan deniz suyu ile atmosferin içerdiği gazlar arasında oluşan alışveriş olayıdır, yani su temasta olduğu atmosferle denge durumuna geçer. Çözünmüş haldeki bu gazların başlıcaları N₂, O₂, Ar, CO₂ ve H₂S'dir. Oksijen hava ile temas ve fotosentez sonucu kazanılır. Deniz suyunda gazların çözünürlüklerine, basınç, sıcaklık, tuzluluk ve havanın nemi etki eder. Basınç arttıkça gazın çözünürlüğü artar. Deniz suyunda çözünen iyonların bulunması çözünürlüğü azaltır. Tuzluluk arttıkça, deniz suyunun atmosferdeki gazları soğurma kabiliyeti azalmaktadır. Sıcaklığın artışı da çözünürlüğü azaltır (Öztürk, 1996).

Oksijen konsantrasyonu artan sıcaklık ve yoğunlukla azalır. Deniz suyu alkali karakterde olduğundan, su yüzeyindeki kısmı, CO₂ basıncı esas alınarak hesaplanan miktardan çok daha fazla CO₂ ihtiva eder. H₂S kolayca yenilenemeyen hareketsiz dip sularının bulunduğu denizlere ait bir özelliktir. Organik maddelerin deniz ortamında anaerobik (oksijensiz) şartlarda çürümesi sonucu oluşur. Denizlerde derinlerde bile çözülmüş oksijen bulunması, dip sularının yenilendiğini gösterir. Buna karşılık dip sularının tamamen oksijensiz olduğu, Karadeniz gibi denizler de bulunmaktadır. Karadeniz’de ~180-200 m’den daha derin kısımlarda çözülmüş oksijen sıfır olup tamamen oksijensiz şartlar hakimdir. Denizlerdeki N₂ miktarı da oksijenin yaklaşık iki katıdır.

2.1.1.7. Deniz Suyunda Oksijen

Deniz ortamında çözülmüş gazların en önemlisi oksijendir. Çözünen O₂ litre başına 0-10 ml arasındadır. Sıfır değeri, tamamen kirlenmiş sularda, on ise aşırı doygunluğa ulaşmış yerlerde, yüzeyde ve fotosentez aktivitesinin büyük olduğu yerlerde söz konusudur. O₂’nin yüzeyde yüksek olan konsantrasyonu 1000 m derinliğe kadar düzenli şekilde azalır ve bu derinlikten sonra düzenli biçimde artar. O₂’nin bu değişimine başlıca beş özellik etki eder (Koç, 2008).

- Yüzey tabakalarındaki O₂ konsantrasyonu sıcaklığa bağlıdır. Sıcak sularda konsantrasyon 4.5 ml/l, soğuk sularda 8 ml/l’dir. Ayrıca yüzey tabakaları fotosentez sonucu oksijen bakımından doygunluk sınırını aşabilirler.
- Derin su tabakalarında O₂ dağılışı sirkülasyonlara bağlıdır. Derin su kütleleri, oluşma bölgelerinde, derin suların havalanmasını ve yenilenmesini sağlayan bir O₂ kaynağı vazifesi görürler.
- Yapılan araştırmalar sonucu bazı derinlik ve enlemlerde oksijenin minimum düzeyde olduğu saptanmıştır.
- Ortamdaki hayvansal organizma sayısının değişimi.
- Bakterilerle organik bozunmanın yavaşlaması ve bu olaylar sırasında oksijen tüketiminin artması.

Denizlerde ÇO (çözülmüş oksijen) konsantrasyonu heterojen dağılım gösterir. Bu, su kütlelerinin hareketlerine, deniz organizmalarının solunumlarına, fotosentez olaylarına bağlıdır.

2.1.1.8.Deniz Suyunda Azot

Her ne kadar deniz, atmosferle olan temasında çok miktarda azot emse de gerçekte sıcaklığı 10°C, tuzluluğu % 0.35 olan bir litre deniz suyunda 12 ml azot çözülür. Deniz suyunda azot, çözünmüş gaz, çözünmüş veya asılı organik bileşikler, mineraller şeklinde bulunur. Azot, NH_4^+ , NO_2^- , NO_3^- tuzları halinde bulunur. Bakteriler; organik azotun, inorganik azot haline dönüştürülmesinde ve NO_2^- , NO_3^- arasındaki dönüşümlerde rol oynarlar. Azotlu maddenin önce NH_3 'e sonra da NO_2^- ve NO_3^- 'e dönüştüğü sanılmaktadır.

NH_3 , aminoasitlerin, proteinlerin, amin ve üre gibi bileşiklerin hidrolizleri ile oluşur. NH_3 'ün NO_2^- 'ye yükseltgenmesi büyük enerji saldığından, aktive etmek için ışıktan yararlanılır (fotokimyasal oksidasyon). NH_3 'ün oksidasyonunun bir başka yolu da yüzey katalizörlerin yardımıyla sudaki serbest oksijenden yararlanmaktır (kimyasal oksidasyon). Ayrıca NH_3 dip sedimanlarında bulunan nitrifikasyon bakterileriyle de oksitlenmektedir.

Denizde NH_4^+ ve NO_2^- iyonlarının belli bir derinliğe kadar konsantrasyonları artar, sonra azalarak sıfır olur. NO_3^- 'nin ise yüzeyden derinlere inildikçe konsantrasyonu artar. Ortalama 2000 m derinlikte maksimum konsantrasyonuna ulaşır (Koç, 2008).

2.1.1.9.Hidrojen Sülfür (H_2S)

Denizlerin havalanan yüzey tabakaları ile hiçbir irtibatı olmayan, su hareketlerinden yoksun, çukur ve kapalı bölgelerde oksijen tamamen yok olup, H_2S gazı oluşur. Oksijenin varlığında ise aerobik bakteriler tarafından H_2S gazı kükürte dönüştürülür. Oluşan kükürt H_2SO_4 'e dönüşür.

H_2S gazı, protein moleküllerinin parçalanması sonucunda ve sülfat, sülfid gibi inorganik bileşiklerin, organik maddelerin varlığında ve oksijensiz ortamda heterotrofik bakteriler tarafından H_2S 'ye indirgenmesi sonucu meydana gelir. H_2S geniş bir pH aralığında su organizmalarına toksik etki gösterir. Aynı zamanda H_2S varlığı oksijen yetersizliğine neden olur.

Karadeniz'de ortalama yüz metre derinlikten sonra H_2S gazına rastlanmaktadır. H_2S gazının bulunduğu ortamda normal yaşantı yoktur, ancak bazı özel bakteriler yaşayabilmektedir (Öztürk, 1996).

2.1.1.10. Deniz Suyunda Fosfor Bileşikleri

Fosfor, canlı organizmalarda, tanecikli veya çözünmüş organik bileşiklerde ve fosfat iyonu halinde suda bulunur. Deniz organizmalarının ölümünden sonraki bozunmaları sonucu önemli miktarlarda çözünmüş halde organik fosfor oluşur. Organik fosforun önemli bölümü ortofosfat ürünü ile ortama geçer. İnorganik fosfor, bitkiler tarafından asimile edilerek, organik madde haline dönüştürülür. Deniz suyunda mevcut fosfatın % 87'si HPO_4^- , % 12'si PO_4^{3-} ve % 1'i H_2PO_4^- halinde bulunur. Denizlerdeki fosfor konsantrasyonu derinliğe paralel olarak artmaktadır. Maksimum fosfor konsantrasyonu 800-1000 m derinlikteki su tabakalarında rastlanmıştır. Fitoplanktonlar bakımından en fakir olan kış mevsiminde, fosfat konsantrasyonu maksimum düzeye ulaşmaktadır (Koç, 2008).

2.1.1.11. Deniz Suyunun Optik Özellikleri

Deniz suyunda askıda organik ve inorganik maddelerle çözünmüş organik maddeler bulunmaktadır. Bunlar deniz suyunun optik özelliğine etki ederek geçirgenliğini azaltırlar. Işık ışınları su içinde hem absorpsiyon hem de dağılma yoluyla kayba uğradığından ancak belli derinliklere kadar inebilmektedir. Güneş ışınlarının deniz suyunda absorpsiyonu sonucu uğrayacağı kayıplar güneş ışınlarının şiddetine, suyun bulanıklılığına, alg ve benzeri organizmaların varlığına bağlıdır. Işık, deniz suyunda emilmek ve dağılmak suretiyle kaybolur. Bu olayda bilhassa çözünmüş organik maddeler rol oynamaktadır. Işıktan daha çok sarı ve kırmızı renkler emilerek kaybolduğu için, deniz suyu mavi renkli olarak görülür.

2.1.2. Sulardaki Toksik Maddeler

2.1.2.1. Sularda Bulunan Toksik Maddelerin Su Hayvanları Üzerine Etkisi

Sularda bulunan toksik maddelerin su hayvanları üzerine etkileri şunlardır:

- Hayvanların, ısı değişimi, oksijen eksikliği gibi uygunsuz şartlara karşı duyarlılıklarını arttırlar.
- Normal büyümeyi engellerler.
- Üremeyi azaltırlar.
- Hastalıklara karşı direnci azaltırlar.

2.1.2.2. Elementlerin Fonksiyonları

Kültür suyunun iyonik yapısı su hayvanlarının metabolizma süreçleri üzerinde hayati bir rol oynar. Elementlerin elektrokimyasal, katalitik ve yapısal olmak üzere üç fonksiyonu vardır. Elementler, metabolik enerji kaynağı olarak kullanıldıklarında, elektro kimyasal olarak rol oynarlar. Bütün temel elementler enzim aktivatörleri olarak davranırlar ve biyokimyasal reaksiyonları ayarlamaya yardım ederler. İşte o zaman katalitik olarak rol oynarlar. Protein ve aminoasitler gibi maddelerin sentezinde pek çok element gereklidir. Bu ise elementlerin yapısal fonksiyonudur ve element son ürünün vazgeçilmez bileşenidir.

Bilinen elementlerin çoğu doğal sularda bulunurlar. Pek çoğunun ölçülebilir etkileri yoktur ve muhtemelen çok önemli değildirler.

Elementler hayvanlara iki mekanizma ile girerler. Bunlar, basit difüzyon ve aktif olarak almadır. Difüzyon olayında bir iyon sudaki yüksek konsantrasyonlu bölgeden hareket ederek daha seyreltik olan hücre sıvısına geçer. Aktif olarak alınmada ise, organizmada bir elementin konsantrasyonu düşünce o element sudan seçimli olarak alınır.

Bu olay, ısıya sıkısı kıya bağlıdır ve 10°C'lık bir sıcaklık artışı absorpsiyonu % 100 azaltır. Aktif olarak alma, mevcut oksijene de bağlıdır. Solunma engellendiğinde ortamdan iyonlar aktif olarak alınırlar.

2.1.2.3. Elementlerin Toksik Etkileri

Deniz suyundaki elementler, ancak iyonlar arası rekabetin tek bir iyonun zehirli etkisini ortadan kaldırdığı dengeli kombinasyonlarda besleyici ve hayatı devam ettirici özelliktedirler. Çok değerli iyonlar iki veya tek değerli iyonlardan daha kolay alınırlar. Bu hem katyon hem de anyonlar için geçerlidir.

Bir hücre içindeki adsorpsiyon rekabeti aynı özellikteki iyonlar arasında görülür. Örneğin gerçek bir rekabet K^+ ve Rb^+ , Ca^{+2} ve Sr^{+2} gibi iyonlarda görülür. Bu gibi durumlarda ortamdaki bir iyonun fazlalığı diğer iyonun alınmasını azaltır.

2.1.2.4. Ağır Metallerin Toksik Etkileri

Pb, Hg, Cu, Zn gibi ağır metaller suda çok az miktarlarda bulunurlar. Bunların hepsi su hayvanları için toksiktir. Çoğu 1 ppm (parts per million) sınırında öldürücüdür.

Çinko normal miktarlarda bazı enzimatik fonksiyonlar için gereklidir ve birçok proteinlerde yapı elementi olarak bulunur. Bakır bazı enzimlerde bulunur ve pek çok omurgasızın kan proteininde solunum pigmenti halinde mevcuttur.

Çinko ve bakır özellikle deniz balıklarındaki protozonlardan meydana gelen hastalıkların tedavisinde kullanılır. Burada metalin toksik etkileri bir süre sonra CaCO_3 ile çökelmeyle giderilir. Çinko ve bakır balıklarda aşırı algılanmaya neden olur ve balıklara zararlı olan bazı organizmaları öldürürler.

$\text{Pb}(\text{NO}_3)_2$, ZnSO_4 ve HgCl_2 çözeltilerine konmuş bazı tatlı su balıklarında soluma hızının arttığı görülmüştür. Bu esnada oksijen harcama hızında düşme olur. Artan soluma hızı bakırla muamele edilmiş sulardaki balıklarda gözlenir.

Ağır metaller solungaç üzerine çökerler ve salgıyı pıhtılaştırırlar, böylece oksijen alınma zorlaşır.

2.1.2.5. Metal Zehirlenmesine Etki Eden Faktörler

Ağır metallerin toksisitesi; pH, çözünmüş oksijen, ısı, balığın büyüklüğüne oranla çözeltinin hacmi, çözeltinin yenilenme sıklığı, çözeltideki diğer maddeler ve sinerjistik etki gibi faktörlere bağlıdır.

Suyun pH'si en önemli faktör olabilir. Ağır metallerin, damıtılmış ve yumuşak sularda sert ve bazik sulara göre daha toksik olduğu sanılmaktadır.

Yüksek miktarda çözünmüş oksijen bakırın toksik etkilerini bir dereceye kadar azaltarak solunumu kolaylaştırır. Su yüzeyinin kuvvetli bir şekilde karıştırılması suyun pH'sini düşürecek ve bakırı çözünür halde tutacak olan serbest CO_2 birikimini önler.

Sıcaklık artışı ağır metallerin balıklara karşı olan toksik etkilerini artırır. Kurşun tuzlarının toksisitesi su miktarı azaldıkça ve balığın büyüklüğü arttıkça azalır. Ayrıca kurşun salgıyla çöktürülerek balık üzerindeki zehirli etkisi giderilir. İşleme sokulan suyun sık sık değiştirilmesi toksisiteye etki eden bir faktördür. Eğer su değiştirilmezse balıklar salgısal olarak metal iyonlarını çöktürerek kısmen toksisiteyi azaltırlar.

İki ağır metal ya da bir ağır metalle başka bir madde arasındaki sinerjistik etkiye gelince örneğin bakır-çinko kombinasyonları bazen tek başına çinko veya bakırdan daha

zehirlidir. Başka bir örnek de bakırla amonyaktır. Cu^{+2} iyonlarının amonyağa karşı birleşme eğilimi daha büyüktür (Koç, 2008).

2.1.2.6. Metal Kirliliğinin Deniz Ekosistemine Etkileri

Doğal kaynakların yanı sıra, küresel nüfus artışı ve endüstriyel gelişimin sonucu olarak deniz ortamına giren metaller, birçok fiziksel, kimyasal ve biyolojik olaylar ve döngüler içerisinde yer alarak, bu ortamı önemli derecede etkilerler. Bakır, çinko ve demir gibi bazı metaller su canlıları metabolizması için esansiyel özellik taşırlarken, cıva, kadmiyum ve kurşun gibi bazı ağır metallerin biyolojik sistemde rolleri bilinmemektedir (Canlı ve Atlı, 2002). Biyoakümülatif özellikleri ve yüksek toksisiteleri nedeniyle cıva, kadmiyum ve kurşun gibi metaller deniz ekosisteminde önemli problemlere neden olurlar. Metaller, deniz ekosisteminde bulundukları ortamın kimyasal ve fiziksel durumuna göre partikül veya çözünmüş halde bulunurlar. Deniz canlıları, metalleri su fazından, askıda katı maddelere absorbe olmuş şekilde ve metallerle kontamine olmuş yiyeceklerden alırlar. Metaller deniz organizmalarına solungaçlardan, oral yoldan ve deri yoluyla geçiş yaparlar. Deniz canlılarında biriken metal miktarları, bu canlıların bulundukları su ortamındaki metal konsantrasyonuna göre değişir. Metal toksisitesi ile ilgili verilebilecek en iyi örnekler cıvanın neden olduğu Minamata ve kadmiyumdan kaynaklanan Itai-itai hastalıklarıdır. Sucul organizmaların metal kirliliğine karşı son derece hassas oldukları çeşitli araştırmacılar tarafından bildirilmiştir. Ağır metaller canlı metabolizmasında, kimyasal reaksiyonlara, fizyolojik ve taşınım sistemlerine, kanserojen ve mutojen olarak yapı taşlarına etki ederler (Dethlefsen ve Tiews, 1985; Rashed, 2001; Hamed ve Emara, 2006).

2.1.3. Alıcı Ortam Su Kalite Standartları

Su kalite standartları, kıyı sularının kullanma amacına göre değişir. Burada sadece yüzme ve su sporları için kullanılan kıyı suyu kalite standartlarından söz edilecektir. Deniz ortamının seyrelme kapasitesi ne olursa olsun, denize deşarj edilecek suların sıcaklığı 35 °C' yi aşamaz. Sıcak su deşarjları difüzörün fiziksel olarak sağladığı birinci seyrelme (S_1) sonucunda karıştığı deniz suyu sıcaklığını Haziran-Eylül aylarını kapsayan yaz döneminde 1 °C' den, diğer aylarda ise 2 °C' den fazla arttıramaz.

Evsel atıksuların denize deşarjında deşarj hattı boyunun belirlenmesinde koliform mikroorganizma konsantrasyonu sınırlayıcıdır. Bu yüzden deşarj sisteminin ekonomik

olarak projelendirilmesinde koliform standartları önemli rol oynar. Koliform standartları deniz suyunun halk sağlığı ve estetik bakımdan yeterli özellikte olması göz önüne alınarak belirlenir.

Türkiye için Derin deniz deşarjıyla sağlanacak olan toplam seyrelme sonucunda insan teması olan koruma bölgesinde, zamanın %90'ında, EMS (en muhtemel sayı) olarak toplam koliform seviyesi 1000 TC/100 ml ve fekal koliform seviyesi 200 FC/100 ml'den az olmalıdır. Yönetmelikte ayrıca nüfusa bağlı olarak minimum deşarj boyları için de belli değerler öngörülmektedir. Çeşitli ülkelerdeki koliform standartları Tablo 2.3'te verilmiştir.

Tablo 2.3: Çeşitli ülkelerin koliform standartları.(Resmi Gazete, 2008).

Ülke	Organizma Türü	Koliform (En Muhtemel Sayı(EMS))/100 ml			
		%50	%80	%90	%95
AT Üyeleri	Toplam Koliform Fekal Koliform Fekal Streptococci		500 100	1000	10000 2000
ABD (California)	Koliform	230	1000		
Danimarka	E. Koliform		100		1000
Japonya	E. Koliform		1000		
Hollanda	E. Koliform	100-1000			
Rusya	E. Koliform	1000			
İsveç	E. Koliform	100			
Türkiye	Toplam koliform Fekal Koliform			1000 200	

Difüzör çıkışı üzerinde, Koruma bölgesi genişliği olarak da çoğu ülkelerde olduğu gibi asgari 300 m'lik bir sahil bandı alınabilir toplam genişliği o noktadaki deniz suyu derinliğine eşit olan bir şerit dışında gözle izlenebilecek katı ve yüzer maddeler bulunmayacaktır (Resmi Gazete, 2008).

Bazı ülkelerde Koliform mikroorganizma için ilk seyrelmede sınırlama getirilmiştir. ABD'nin Kaliforniya eyaletinde zamanın %50'sinde en az 100, %90'ında ise 80 misli seyrelme öngörülmektedir. İspanyol standartlarında, minimum seyrelmenin 100 veya deşarj derinliğinin 20m. olması, bunun mümkün olmaması durumunda deşarj hattı boyunun en az 2000m. olması öngörülmektedir. Su kirliliği kontrolü yönetmeliğinde de

minimum ilk seyrelmenin 40, deşarj derinliğinin 20m. olması öngörülmektedir (Resmi Gazete, 2004). Derin deniz deşarjına izin verilebilecek atıksuların özellikleri Tablo 2.4'te verilmektedir. Su kirliliği kontrolü yönetmeliğinde deniz deşarj için uygulanacak kriterler Tablo 2.5'te, minimum deşarj boyları ise Tablo 2.6'da verilmiştir.

Tablo 2.3: Derin deniz deşarjına izin verilebilecek atıksuların özellikleri (Resmi Gazete, 2004).

PARAMETRE	SINIR	DÜŞÜNCELER
pH	6-9	-
Sıcaklık	35 °C	-
Askıda katı madde (mg/L)	350	-
Yağ ve gres (mg/L)	15	-
Yüzer maddeler	Bulunmayacaktır	-
5 günlük biyokimyasal oksijen ihtiyacı, BOİ ₅ (mg/L)	250	-
Kimyasal oksijen ihtiyacı, KOİ (mg/L)	400	-
Toplam azot (mg/L)	40	-
Toplam fosfor (mg/L)	10	-
Metilen mavisi ile reaksiyon veren yüzey aktif maddeleri(MBAS) (mg/L)	10	Biyolojik olarak parçalanması Türk Standartları Enstitüsü standartlarına uygun olmayan maddelerin boşaltımı prensip olarak yasaktır.
Diğer parametreler		31/12/2005 tarihli ve 26040 sayılı Resmî Gazete' de yayımlanan Tehlikeli Maddelerin Su ve Çevresinde Neden Olduğu Kirliliğin Kontrolü Yönetmeliğinde Değişiklik Yapılmasına Dair Yönetmelikte bu parametreler için verilen sınır değerlere uymalıdır.

Tablo 2.4: Derin deniz deşarj için uygulanacak kriterleri(Resmi Gazete, 2004).

PARAMETRE	LIMIT
Sıcaklık	Deniz ortamının seyreltme kapasitesi ne olursa olsun, denize deşarj edilecek suların sıcaklığı 35 °C yi aşamaz. Sıcak su deşarjları difüzörün fiziksel olarak sağladığı birinci seyrelme (S ₁) sonucun da karıştığı deniz suyunun sıcaklığını Haziran-Eylül aylarını kapsayan yaz döneminde 1 °C'den, diğer aylarda ise 2 °C den fazla arttırmaz. Ancak, deniz suyu sıcaklığının 28 °C'nin üzerinde olduğu durumlarda, soğutma amaçlı olarak kullanılan deniz suyunun deşarj sıcaklığına herhangi bir sınırlama getirilmeksizin alıcı ortam sıcaklığını 3 °C'den fazla arttırmayacak şekilde deşarjına izin verilebilir.
En muhtemel sayı (EMS) olarak toplam ve fekal koliformlar	Derin deniz deşarjıyla sağlanacak olan toplam seyrelme sonucunda insan teması olan koruma bölgesinde, zamanın % 90'ında, EMS olarak toplam koliform seviyesi 1000 TC/100 ml ve fekal koliform seviyesi 200 FC/100 ml'den az olmalıdır.
Katı ve yüzen maddeler	Difüzör çıkışı üzerinde, toplam genişliği o noktadaki deniz suyu derinliğine eşit olan bir şerit dışında gözle izlenebilecek katı ve yüzer maddeler bulunmayacaktır.

Tablo 2.5: Evsel atıksu debilerine göre minimum deşarj boru boyu (Resmi Gazete, 2004).

NÜFUS	DEBI	MINIMUM DEŞARJ BORU BOYU
<1000	200 m ³ /gün	500 m
1000-10 000	200-2000 m ³ /gün	1300 m

2.1.4. Deniz Kirlenmesi

Deniz kirliliği; insan tarafından, direkt veya dolaylı olarak denize boşaltılan maddelerin veya enerjinin deniz canlılarına, insan sağlığına zarar vermesi, ayrıca balıkçılık, rekreasyon gibi deniz aktivitelerini engellemesi şeklinde tanımlanabilir (Albaiges, 1989; Falconer, 1992). Şekil 2.4 'te kıyısıl bir bölgede deniz kirlenmesinin temel nedenleri gösterilmektedir.

doğrudan kıyıya boşaltılır ya da önce bir nehir veya kanal içine girerek bir süre sonunda denize ulaşır (Koç, 2008).

Denizdeki etkinlikler de önemli ölçüde kirlenmeye neden olabilmektedir. Deniz ulaşımı, balıkçılık, su sporları, deniz kazaları, nükleer denemeler, atmosferik kirleticilerin deniz suyuna karışması gibi olaylar sonucu deniz önemli derecede kirlenmektedir. Kirlilik kaynakları şu şekilde sıralanabilir:

- Her türlü çöpün, hafriyatın denize direkt veya dolaylı denize dökülmesi,
- Lağım, kanalizasyonların kirli sularının yıllardan beri arıtılmadan denize akıtılması,
- Zehirli, boğucu, çöktürücü, renklendirici sanayi artıklarının denize yayılması,
- Lağım çukurlarına biriktirilen konut artıklarının, bilhassa asitli, fosfatlı temizlik malzemelerinin, deterjanlı suların, yanmış yağ artıklarının direkt veya indirekt denize boşaltılması,
- Deniz kıyılarının doğal yapısının betonlaştırılarak tahribat edilmesi, Deniz suyunun doğal devir-daimi, akıntıların gelişi güzel dolgu, barınak, dalgakıran, marina, dalyan, gibi yapılarla engellenmesi veya olumsuz yöne çevrilmesi,
- Deniz dibini tarayarak harap eden ağ avlama yöntemlerin yıllardan beri sürmesi,
- Kıyılarda gırgır balık avlama yönteminin yoğunlaşması (aşırı avlanma),
- Deniz diplerinden, kayalık ve taşlıklardan midye, salyangoz, deniz patlıcanı, yıldız, kara diken, yosun, karides, mamun gibi mamullerin yıllardan beri aşırı toplanması,
- İnşaatlar için sahillerden, koylardan ve deniz dibinden kum, çakıl, taş toplanması,
- Tekne, motor, yat, sandal gibi deniz taşıtlarındaki hızlı artış. Yakıtlı, yağlı tekne içi sularının limanlarda, koylarda denize boşaltılması (Denizde suyun üstünde yayılan yağın, yakıtın birçok bitkinin ve canlının besin kaynağı olan platkom, yakamoz gibi mikro organizmaları, yok etmektedir.)
- Teknelerin, gemilerin sualtlarının zehirli boyalarla kaplanması.

2.1.4.2. Deniz Kirlenmesinin Zararları

Denizin yukarıda belirtilen nedenlerle kirlenmesinin oluşturacağı zararları beş kısma ayırabilir:

- Sağlık için oluşturacağı tehlikeler: Patojenik (hastalık yapan) mikroorganizmalar, deniz suyu ile temas etmesi halinde, insan vücuduna girerek çeşitli hastalıklara neden olabilirler. Hastalık yapan mikroorganizmalar ve zehirli maddelerle (cıva, kurşun,

kadmiyum, klor bileşikleri vb.) kirletilmiş deniz ürünlerinin kullanılması da hastalık nedeni olmaktadır.

- Doğal kaynakların zarar görmesi: Kirlenme sonucu, denizdeki canlı hayatıda zarara uğramaktadır. Farklı ekosistemlerde yaşamlarını sürdüren canlılar, kirlenme sonucu ekolojik, genetik, fizyolojik dengelerini kaybetmekte ve yok olmaktadır. Ekosistemlerde değişime neden olan başlıca kirlenme nedenleri olarak, deniz suyu ısısının fazla değişimi, ışığın azalması, asitlerin, zirai mücadele ilaçlarının, zehirli maddelerin, radyoaktif maddelerin, hidrokarbonların, fenol bileşiklerinin denize deşarjı ve ötrifikasyon (aşırı bitki üremesi) oluşması verilebilir. Kıyıların rekreasyon amacı ile kullanılamaz hale gelmesi: Yüzücü maddeler, yağ, petrol, katran ve yüzeyde seyreden diğer kirletici maddeler, deniz suyu ile temas eden yüzeylere yapışarak, estetik bakımdan hoşolmayan görüntülere neden olurlar ve çevreye hoşolmayan ve zararlık okuların yayılması sonucunu doğururlar.
- Deniz suyuna karışan asitler, hidrokarbonlar, plastikler, ağaç parçaları, katran, tabandaki ağır maddeler ve ötrifikasyon, metallerde korozyona, boya bozulmasına, kabuk deformasyonuna, pervanelerin arızalanmasına, ağların yırtılmasına ve kirlenmesine neden olurlar. Deniz suyundan endüstriyel ve içme suyu amacı ile yararlanılmasında güçlükler: Kirlenme sonucu deniz suyunun, soğutma suyu olarak, içme suyu sağlanması için ve yüzme havuzlarında kullanılması olanaksızlaşır (Koç, 2008).

2.1.4.3. Deniz Kirlenmesi Etkisinin Derecesi

Deniz kirlenmesinin, farklı ekosistemlerin kıydan yararlanmaları üzerindeki etki derecesi çeşitli faktörlere bağlıdır:

- Kirleticilerin fiziksel, kimyasal ve biyolojik özellikleri (boyutlar, fiziksel özellikler, özgül ağırlık, yüzey gerilimi, enerji seviyesi, pH, eriyebilirlik, biyolojik bozunma yeteneği, oksitlenme derecesi, zehirlilik derecesi, devamlılığı, besleyici özelliği, biyolojik yönden çevreye uygunluğu vb.),
- Dikkate alınan bölgede belli bir kirleticinin veya aynı sınıflandırmaya girecek kirleticilerin yoğunluğu,

- Kirlenme olayının gelişiminde çevreye özgü karakteristikler (sulama, difüzyon, dispersiyon, absorpsiyon, çökelme, oksitlenme, biyolojik bozunma, fotosentez, birikme olaylarını etkileyen faktörler),
- Belirli bir çevre için düşünülen optimum kullanım (doğal parklar, balıkçılık, deniz ziraatı, midye ve istakoz üretimi, yıkama, rekreasyon, turizm, alt yapı tesisleri, deniz taşımacılığı, su kaynaklarının hizmete konulması vb.),
- Bölgesel kirlenmeyi doğrudan doğruya veya dolaylı yoldan diğer çevrelere (ekosistemlere) iletecek doğal olaylar (rüzgarlar, dalgalar, gel-git olayı, akıntılar, bölgenin coğrafyası, kıyının eğimi, kıyıda deniz dibi eğimi, denizin derinliği vb.).

Bu açıklamalardan anlaşılacağı üzere kirlenmenin tarifine, kirlenmeyi etkileyen bütün değişken faktörlerin nicel değerlendirmeleri ile başlanmalıdır. Farklı çevrelerde, farklı ortamlarda yapılan gözlemlerin genelleştirilemeyeceği açıktır. Karadeniz havzasındaki kirlenme belirtilerinin gelişimi ve koruyucu önlemlerin alınmasıyla ilgili bir değerlendirmenin Baltık veya Kuzey Denizi'nden edinilen gözlem sonuçlarına dayandırılması olanağı yoktur.

Deniz kirlenmesinin etkileri çok büyüktür. Daha önce de belirtildiği gibi, dikkate alınan bölgenin bütün unsurlarının incelenmesi ve değerlendirilmesi gerekir. Etkilenen ana unsurlar ekosistem, sağlık, ekonomik ve yasal etkinlikler olacaktır (Koç, 2008).

2.1.4.4. Deniz Suyu Kirlenmesine Karşı Alınacak Bazı Önlemler

Deniz suyu kirlenmesine karşı alınacak bazı önlemler şunlardır:

- Zehirli, boğucu, renklendirici, mikroplu fabrika atıklarının merkezi arıtma ve dinlendirme tesislerinden sonra denize ulaşmalarını sağlamak. Organize sanayi bölgelerinde, merkezi, arıtma tesislerinin yapımının faaliyetinin yapımını şart koşmak. Büyük kapasiteli atık üreten fabrikalarda ön amaçlı arıtma tesislerinin mevcudiyeti aranmalı,
- Küçük büyük yerleşim birimlerinin kanalizasyona bağlanması ve atıkların merkezi arıtma tesislerinde zararlı bileşenlerden arındırılması ve yapay göletlerde dinlendirildikten sonra akarsulara veya denizlere deşarj edilmesi,
- Akarsu vb. (dere, ırmak, nehir vb.) ve deniz kenarlarına hafriyatın, çöpün dökülmesinin önüne geçmek,
- Liman içlerinde ve sığ sularda balık avlanmasını belli bir süre yasaklamak,

- Özellikle liman içlerindeki deniz diplerinden kara diken, midye ,yosun gibi deniz ürünlerinin toplanılmasını yasaklamak,
- Deniz kıyılarının doğal yapısının korunmasına özen göstermek. Deniz kıyısından 50m'ye kadar yapılaşmaya (konut, yazlık, otel vb.) izin vermemek,
- Denizin devir daimini aksatacak dalyan, kordon, kütiskele, barınak, dalgakıran, balık, midye çiftlikleri gibi yapılara (Bilhassa liman içlerinde, boğazlarda) izin vermemek. Kumsalların her türlü araç trafiğine kapalı tutulması,
- Deniz kenarlarından ve deniz diplerinden inşaatlar için kum, çakıl, taş toplanmasına izin vermemek,
- Deniz suyuna dik inen beton kordon duvarları yerine, su seviyesine kadar iri ufaklı topraksız kaya parçaların dökülmesi,
- Halk yazılı ve görsel basınla konunun ehemmiyeti açısından bilgilendirilmelidir. Temiz çevre bilinci aşılanmalıdır,
- Çevreyi kirletenlerin takibi, tespiti ve caydırıcı hapis ve para cezaların uygulanmasıdır (Koç, 2008).

2.2. ATIKSU ÖZELLİKLERİ

Kirletici kaynaklar noktasal kaynaklar ve yayılı kaynaklar olarak isimlendirilirler. Bir kaynaktan herhangi bir ortama kirlilik; kontrol edilebilir, ölçülebilir nokta deşarjı ile karışıyorsa bu tür kaynaklar noktasal kaynak, eğer kirlilik ortama yayılı olarak karışıyorsa yayılı kaynak olarak adlandırılır. Noktasal kaynaklardan gelen kirleticiler, evsel atıksu deşarjları ve endüstriyel atıksu deşarjlarıdır. Yayılı kaynaktan gelen bazı kirleticiler ise yağış suları ile taşınanlar, atmosferden suya ve toprağa karışan kirleticiler, kirlenmiş dere ve nehirlerin denizlere boşalması ile gelen kirleticilerdir (Orhon, ve diğ., 2002).

Atıksularda bulunan başlıca organik bileşikler, proteinler, karbonhidratlar, yağlar, petrol atıkları ve üredir. Bunların yanında deterjanlar, fenoller ve zirai ilaçlar (pestisitler), gübreler gibi çeşitli sentetik organik maddeler de atıksuların bünyesinde yer almaktadır. Orta kirlilikte bir atıksuda, askıda katı maddelerin yaklaşık %75'i ve filtre edilebilen katı maddelerin yaklaşık %40'ı organik karakterdedir.

Evsel atıksular, iklimsel şartları, insanların yaşam standartları ve kültürel alışkanlıklar atıksu özelliğini önemli ölçüde etkiler (Url-1, 2016). Yurdumuzda kişi başına temizlik maddesi tüketimi 7,0-7,5 kg/yıl civarında iken (3,5 kg/yıl deterjan ve 3,5- 4,0 kg/yıl sabun), Avrupa ülkelerinde tüketim 20-25 kg/yıl (sabun+deterjan) olup bu kullanımın yaklaşık olarak %70'i deterjan, %30'u sabun şeklindedir (Egemen, 2000).

Kullanılan hammaddeler ve uygulanan yöntemlerin farklılığı diğer birçok faktörle birlikte çıkan atıksuyun yapısında farklılıklar oluşturmaktadır. Hem debide hem de içeriğinde geniş çaplı dalgalanmalar görülür. Bu sebeple belli değerlere ulaşmak için en iyi yol deneysel verilerin istatistiksel analizi yolu ile elde edilen verilerden faydalanmaktır (Url-2, 2016).

2.2.1. Atıksu Karakterizasyonunda Bazı Parametreler ve Etkileri

2.2.1.1. Biyolojik Oksijen İhtiyacı (BOİ)

Aerobik koşullarda mikroorganizmaların sudaki organik maddeleri ayrıştırmaları için gerekli oksijen miktarı olarak tanımlanmaktadır. Alıcı ortamlara verildiklerinde, evsel ve endüstriyel atıksuların tüketecekleri çözünmüş oksijen miktarının belirlenmesiyle, kirlenme potansiyelinin ve alıcı ortamın özümleme kapasitesinin tayininde kullanılan bir parametredir. BOİ parametresi biyolojik olarak ayrışabilen organik maddelerin toplamını gösteren kolektif bir parametredir. Arıtma sistemlerinin tasarımı ve işletilmesi, alıcı ortama atıksu deşarj limitlerine uygunluğunun kontrol edilmesi ve biyolojik arıtma tesislerinin performansının ölçülmesinde kullanılmaktadır (Url-3, 2016).

2.2.1.2. Kimyasal Oksijen İhtiyacı (KOİ)

Su örneğinin asitik ortamda kuvvetli bir kimyasal oksitleyiciyle oksitlenebilen organik madde miktarının oksijen eşdeğeri cinsinden ifadesidir. KOİ, organik maddelerin türleri arasında ayrım yapmadığı için kolektif bir parametredir. BOİ'den farklı olarak biyolojik yollarla ayrışmayan bazı maddeleri de içerebilmektedir.

2.2.1.3. Fosfor

Fosfor doğal sularda ve atıksularda genellikle fosfat (PO_4) şeklinde bulunur. Bunlarda ortofosfatlar, kondens fosfatlar (pyro, meta ve diğer polifosfatlar) ve organik bağlı fosfatlardır. Fosfat kaynakları çeşitlidir. Bazı ortofosfatlar ve yoğunlaşmış fosfatlar arıtma

sırasında su kaynaklarına geçebilir. Ancak çoğunlukla genel amaçlı kullanılmakta olan deterjanlar bu bileşiklerin kaynaklarıdır. Fosforlar ayrıca dip sedimanları ve biyolojik çamur içerisinde de bulunabilirler. Her ikisinde de inorganik formda ve organik bileşikler içerisinde çökmüş olarak bulunur (Url-5, 2016).

2.2.1.4. Askıda Katı Madde (AKM)

Rüzgarlar, yağmur suları, erozyon ve diğer yollardan sucul ortama taşınan partikül maddelerdir. Bu partikül maddeler sucul ortamda bulanıklığa neden olurlar. Bu olay daha çok nehir, dere ve deşarjların kıyılara açıldığı bölgelerde görülür. Sucul ortama karışan bu katı partiküller hem ışığın ortamda yayılmasına engel olmakta hem de fauna ve flora bireyleri üzerine çökerek bunların fizyolojik aktivitelerinin azalmasına sebep olmaktadır (Egemen, 2000).

2.2.2. Atıksuların Denize Deşarj Sistemleri

Deşarj sistemi, atıksuları bir toplama haznesinden boru ile deniz içine taşıyan ve yayıcıdenilen bir boru sistemiyle deniz ortamına veren bir yapıdır. Toplama hazneleri hidrolik yük sağlamalarının yanında , tesisin tipine göre bir atıksu arıtma sistemi olarak da projelendirilebilirler. Sistemin çeşidinin seçiminden önce ekonomiklik ve uygulanabilirlik açısından atıksu arıtma tesisleriyle karşılaştırılması ve buna göre o bölge için uygun alternatifin seçilmesi gerekir. Bu durumda arıtma faktörünün uygulanması tartışılmalıdır.

derin deniz deşarj sistemlerinde, deşarj bölgesi akıntı düzeninin belirlenmesine yönelik çalışmalar yapılmış, deşarj edilen atıksuların alıcı deniz ortamında dağılım ve yayılımı incelenmiştir. Deşarj noktası çevresinde rüzgar hızı ve yönlerinin gözlemlenmesine paralel olarak yapılan akıntı ölçümleriyle, söz konusu alanın mevsimsel olarak değişen akıntı rejimine yönelik veriler toplanmış, HIDROTAM3 adlı hidrodinamik sayısal model kullanılarak, bölgede rüzgar kaynaklı akıntı ve kirlilik dağılımı benzeşimleri yapılmıştır.

2.2.3. Atıksuların Denize Deşarj Uygulamaları

Denize kıyısı olan yerleşimler ve kıyı bölgelerinde bulunan endüstriler için, alıcı ortamda yeterli seyrelme kapasitesinin bulunduğu ayrıntılı mühendislik çalışmaları sonucunda kanıtlanması halinde, atıksuların ve soğutma sularının derin deniz deşarjıyla

bertarafına izin verilir. Bu durumda evsel ve endüstriyel atıksular için alıcı ortama doğrudan deşarj için belirlenmiş olan deşarj standartları uygulanmaz. Arıtılmamış evsel nitelikli atıksuların ve soğutma sularının değışim ve seyreltme potansiyeli düşük olan yarı kapalı koy ve körfezlere, coğrafi şartlar nedeniyle derin deniz deşarjı yapılması zorunlu olursa, yapılacak deşarjın alıcı ortamdaki ekolojik dengeleri bozmayacağı ve özellikle Tehlikeli Maddelerin Su ve Çevresinde Neden Olduğu Kirliliğin Kontrolü Yönetmeliğı'nde belirtilen maddelerin birikim yapmayacağı bir çevresel etki değerlendirme çalışması ile ispat edilirse, bu yönetmeliğın 42. maddesi uyarınca izin verilir (Resmi Gazete, 2008).

Avrupa Birliğı kapsamındaki ülkelerin büyük çoğunluğında azot ve fosfor parametreleri için halihazırda deşarj standartları bulunmaktadır. Bu parametrelerin her ikisine birden kısıtlama getirmeyen ülkelerde ise gelecekte hem azot, hem de fosfor kısıtlamalarının yasal düzenlemeler içerisine alınması planlanmaktadır (Orhon ve diğ., 2002).

Sahil yerleşim birimlerinin atıksuları iki şekilde denize deşarj edilir.

1. Sahile çok yakın mesafeden, denizin alçak su seviyesi altından deşarj (sığ deşarj).
2. Çevre Mühendisliğı bakımından gerekli şartları sağlayacak şekilde hesaplanan belirli bir derinlikten deşarj (derin deniz deşarjı).

Her iki durumda da atıksu deşarjının halk sağığı, denizin estetik görünümü ve ekolojik yapısı üzerindeki tesirleri çok iyi değerlendirilmelidir. Deşarjın yapılacağı su ortamının oşinografik ve ekolojik özelliklerine bakılarak deşarj öncesi arıtmanın seviyesi belirlenir. Yerleşim biriminin gelecekteki ihtiyaçları, kullanılmış suların deşarj edileceğı su ortamının özellikleri ve kullanma maksatları bakımından optimum çözüm araştırılır.

Deşarj hattının uzunluğı deşarj öncesi yapılacak arıtma derecesine göre tasarlanır. Bu yüzden atıksuların mekanik arıtım sonrası biyolojik arıtmadan da geçirileceğı düşünülerek deşarj borusu uzunluğı sadece mekanik arıtım yapılması durumuna göre daha kısa tutulur. Herhangi bir nedenle biyolojik arıtım ünitesi devre dışı olduğunda deniz daha fazla kirlenir. Deşarj borusu uzunluğunun çok emniyetli seçilmesi durumunda böyle bu tür riskler ortadan kalkar (Şekil 2.5).



Şekil 2.5: Deniz Deşarj Hattı (Günay.R, 2011).

2.2.4. Deşarj Öncesi Atıksu Arıtımı

Karada bir şekilde arıtıma tabi tutulmuş atıksular özümseme kapasitesi yüksek olduğundan denizlere ve büyük göllere deşarj edilirler. Atıksu, denizde seyreterek kirletici konsantrasyonu düşer. Atıksu deşarj noktasına deniz dibine döşenmiş veya gömülmüş boru veya kanallar vasıtasıyla taşınır. Alıcı ortam su kalitesi standartlarını sağlamak üzere atıksuların deniz deşarjı öncesi arıtıma tabi tutulması gerekmektedir. Bu konuda iki yaklaşım söz konusudur:

1. Ön arıtmanın derecesine bağlı olarak deşarj şartlarının belirlenmesi,
2. Deşarj öncesi arıtmayı takiben derin deniz deşarjı (Url-1, 2016).

Birinci yaklaşımda, öngörülen su kalitesi standartlarını sağlamak üzere ön arıtmanın derecesine bağlı olarak deşarj derinliği veya deşarj hattı boyu öngörülür. Derin deniz deşarjı uygulamasında deşarj noktası kıyıdan yeterli mesafede ise, atıksu deniz ortamında seyreleceğinden, BOI_5 genellikle önemli bir parametre olmamaktadır. Kıyıdan yapılan ve sık deşarjlarda ise önemli bir seyrelme söz konusu olmadığından kıyı kesiminde halk sağlığı ve çözünmüş oksijen konsantrasyonu bakımından bir risk söz konusudur. Deşarj hattı tasarımı, atıksu içindeki bakteri ve virüslerin (yüzme standartlarını sağlamak üzere) gerekli taşınma süresine imkan verilecek şekilde ve atıksudaki organik kirliliğin seyrelme yolu ile konsantrasyonunun azalacağı dikkate alınarak yapılmalıdır. Deşarj hattı uzunluğu yeterli değilse deşarj öncesi dezenfeksiyon uygulanarak sahil suyu kalite standartlarının sağlanması yoluna gidilmelidir.

İkinci yaklaşımda ise geçerli deşarj standartları dikkate alınarak gerekli arıtım yapıldıktan sonra deşarj yapılmalıdır. Açık denizlerle bağlantısı sınırlı olan iç deniz ve kapalı körfezlere deşarj söz konusu olduğunda bu yöntem uygulanabilir. Bu tür sularda

kirleticilerin birikimi söz konusudur. Özellikle besin elementleri (N,P) kapalı sularda birikerek ötröfikasyona neden olabileceğinden bu tür sulara deşarj söz konusu olduğunda deşarj öncesi N ve P giderimi gereklidir.

Besin elementleri dışında alıcı ortamın estetik durumunun değişmesine neden olan yüzer maddeler, yağ-gres, koku ve renk parametrelerinin kontrolü için de deşarj öncesi arıtım gerekmektedir.

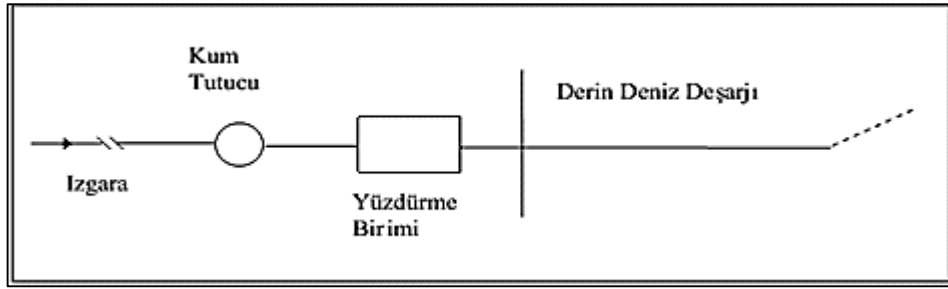
Bunların dışında besin zinciri içinde veya biyolojik olarak birikimi söz konusu olan ağır metal, DDT, PCB, PCP gibi maddeler için kaynakta kontrol ve sıfır deşarj en etkin ve ekonomik kontrol yöntemidir.

Virüslerin T_{90} değeri (konsantrasyonun %90 azalması için gerekli süre) 48 saat mertebesindedir. Deşarj hatları bakterilerin yok olması için gerekli süreyi sağlamasına karşın virüsler için yetersizdir. Evsel atıksulardaki virüs konsantrasyonları 102-105 PFU/100 ml mertebesindedir. Teorik olarak 1 PFU'nun bile hastalık yapabileceği göz önünde tutulursa yok olma için en az 1/1000 lik seyrelme gerekir. Bu mertebede seyrelmenin sağlanamadığı hallerde virüslerin deşarjdan önce uygun yöntemlerle arıtılmaları gerekir.

2.2.5. Deniz Deşarjı Öncesi Arıtma Yöntemleri

2.2.5.1. Mekanik arıtım

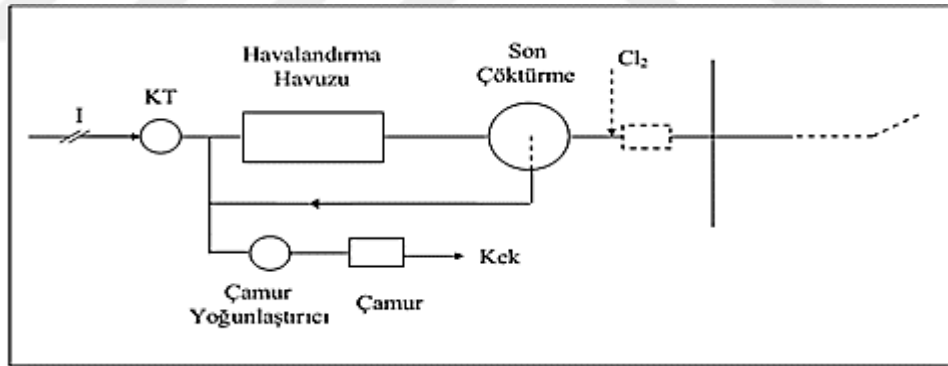
Çok küçük yerleşim birimlerinde atıksuların deşarjdan önce ızgaradan geçirilmesi önerilmektedir. Izgara sonrası kum tutucu olması deşarj terfi merkezindeki pompaların ve deşarj hattının ömrünü uzatacak ve bakım masraflarını azaltacaktır (Şekil 2.6). Izgara ve kum tutucularda tutulan maddeler genellikle evsel çöplerle birlikte çöp depolama yerlerinde depolanabilir. Orta büyüklükteki yerleşim birimlerinde kaba ızgara ile birlikte döner mikroelek kullanımı da yaygın bir uygulamadır (Öztürk, 1996).



Şekil 2.6: Mekanik ön arıtmadan sonra deşarj (Öztürk, 1996).

2.2.5.2. Biyolojik arıtım

Orta ve büyük şehirlerin atıksularına deşarj öncesi, aktif çamur, biyodisk, stabilizasyon havuzları başta olmak üzere çeşitli biyolojik arıtma yöntemleri uygulanmaktadır. Bu sistemlerde %85-95 oranında organik karbon giderimi sağlanmaktadır. Klasik aktif çamur sistemlerinde nütrient giderimi %30-45, stabilizasyon havuzlarında ise %40-50 aralığındadır. Bu yüzden nütrient gideriminin önem taşıdığı alıcı ortamlara deşarj öncesi nütrient giderimi de uygulanmalıdır. Fiziko-kimyasal ve biyolojik arıtma yöntemleri ile etkin bir şekilde Nütrient giderimi sağlanabilir (Şekil 2.7).

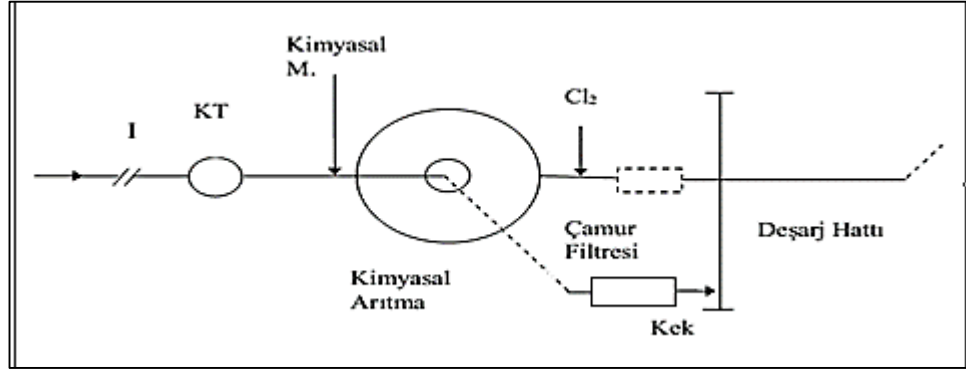


Şekil 2.7: İkinci kademe biyolojik arıtmayı takip eden deniz deşarj (Öztürk, 1996).

2.2.5.3. Fiziko-kimyasal arıtım

Küçük ve orta büyüklükteki yerleşim birimleri ve endüstriyel atıksular için en çok uygulanan deşarj öncesi arıtım yöntemidir. Fizikokimyasal arıtma yöntemlerinin arazi ve enerji gereksinimi biyolojik sistemlere kıyasla daha azdır, sıcaklık değişimlerinden etkilenmezler ve istenildiğinde kesikli (mevsimlik) olarak çalıştırılabilirler. Fiziko-kimyasal arıtım ile %90 PO₄, %30-40N, %70-80 BOI₅ ve %50-90 ağır metal giderimi sağlanabilmektedir. Kimyasal arıtmada giderilemeyen askıdaki fosfor kimyasal arıtım sonrası hızlı kum firtresinde giderilir. Fizikokimyasal arıtımın bir dezavantajı fazla

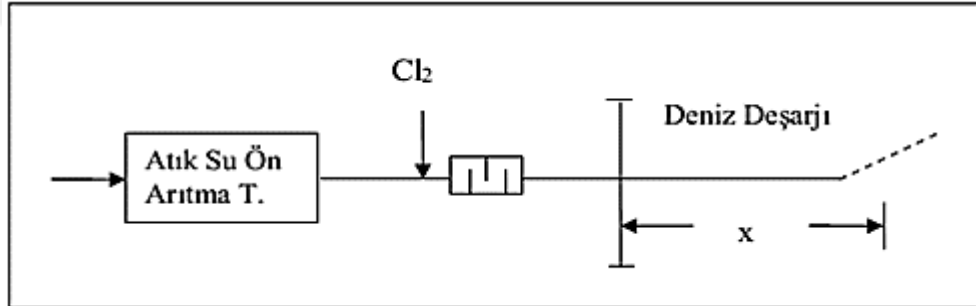
çamur evsel atıksular için biyolojik arıtmaya kıyasla 1.5-2 katı fazla çamur çıkmasıdır (Şekil 2.8).



Şekil 2.8: Kimyasal ön arıtmadan sonra deşarj (Öztürk, 1996).

2.2.5.4. Dezenfeksiyon

Atıksuyun deşarj edileceği alıcı ortam şartlarına bağlı olarak doğrudan veya mekanik veya biyolojik arıtım sonrası atıksular dezenfekte edilerek alıcı ortama deşarj edilirler. Dezenfeksiyon için Klorlama, ozonlama veya UV yöntemleri kullanılır (Şekil 2.9).



Şekil 2.9: ön arıtma ve/veya dezenfeksiyondan sonra deniz deşarj (Öztürk, 1996).

Yurdumuzda Ege, Akdeniz ve Marmara'daki koy ve sahillerde yer alan turistik beldelerdeki atıksularda büyük debi değişimleri olduğundan arıtma birimlerinin söz konusu mevsimlik ve günlük salınımlara cevap verecek şekilde tasarlanması gerekmektedir. Büyük şehirlerde ve turistik beldelerde derin deniz deşarjı öncesi arıtım ünitelerinin aşama aşama yapılması ülkemiz ekonomik koşulları için daha uygundur. Başlangıçta sadece mekanik ön arıtma birimlerini içeren arıtma tesisi nüfus artışı ve yatırım olanaklarına paralel olarak geliştirilerek belli bir süre sonra 2., gerekiyorsa 3. kademe biyolojik arıtma eklenebilir (Öztürk, 1996).

Deşarj hattının uzunluğu deşarj öncesi yapılacak arıtma derecesine göre tasarlanır. Bu yüzden atıksuların mekanik arıtım sonrası biyolojik arıtmadan da geçirileceği düşünülerek deşarj borusu uzunluğu sadece mekanik arıtım yapılması durumuna göre daha kısa tutulur.

Herhangi bir nedenle biyolojik arıtım ünitesi devre dışı olduğunda deniz daha fazla kirlenir. Deşarj borusu uzunluğunun çok emniyetli seçilmesi durumunda böyle bu tür riskler ortadan kalkar.

2.2.6. Deşarj Öncesi Yapılan Çalışmalar

Çevre ve Orman Bakanlığı (ÇOB), 2872 sayılı Çevre Kanunu ile 4856 sayılı Çevre ve Orman Bakanlığı Teşkilat ve Görevleri hakkındaki kanun hükümleri doğrultusunda, Ülkemizde atık yönetimi ile ilgili politika, strateji ve hedefleri belirlemek, uygulamak ve uygulanmasını sağlamakla yetkili otoritedir.

AB yolunda çağdaş bir ülke olarak atıksu arıtımında temel hedef, atıksuyun deşarj edildiği ortamlarda halk sağlığına ve ekolojik dengeye olabilecek menfi etkilerin en az düzeye indirilmesidir (Akten ve Akten, 2008).

2.2.7. Atıksular denize deşarj dikkat edilmesi gereken hususlar

Atıksular denize deşarj edilirken dikkat edilmesi gereken hususlar;

- Denizin estetik görünüşünü bozan yüzücü katı maddeler ve yağ-gres, deşarjdan önce atıksudan ayrılmalıdır.
- DDT, PCB, PCP, ağır metaller, solventler v.b. zehirli maddelerin kaynaktan ayrılması yoluna gidilmeli, hiçbir şekilde atıksuya karışmasına meydan verilmemelidir.
- İyi projelendirilmiş ve yeterince uzun deşarj hatlarında BOI, askıda katı madde, çözünmüş oksijen, tuzluluk ve besi maddeleri gibi kirlilik parametreleri fazla önem taşımamaktadır.

Ancak hassas bölgelere deşarj edilen besin elementi yükü alıcı ortamda ötrofikasyona neden olabilir (Url-1, 2016).

2.3. ATIKSU DEŞARJININ TANIMI VE TÜRLERİ VE DEŞARJ TİPLERİ

Evsel veya endüstriyel atıksuların arıtım sonrasında veya arıtılmaksızın alıcı su ortamına uygun bir şekilde verilmesi yöntemi,deşarj (boşaltım) olarak ifade edilmektedir (Darama, 2009). Deşarj, özel boru sistemlerini içerendeşarj yapıları kullanılarak gerçekleştirilen, çevresel, hidrolik ve statik inceleme gerektiren bir atıksu uzaklaştırma yöntemidir. Dünya’da ve Türkiye’de atıksuların uzaklaştırılmasında yaygın bir şekilde kullanılmaktadır (Nemlioğlu, 2006).

Atıksudeşarjı alıcı ortamlar okyanus, deniz, göl, yapay göl, baraj, nehir olarak düşünülebilir. Ortamlaradeşarj, kıyıdan yüzeyseldeşarj (kısadeşarj) veya kıyıdan uzakta ve alıcı ortama batmış olan derindeşarj (uzundeşarj) olmak üzere başlıca iki tipte gerçekleştirilmektedir. Bu ortamlara yapılandeşarj kıyıdan oluyorsa buna kısadeşarj ve kıyıdan uzakta yapılıyorsa buna uzundeşarj (derindeşarj) adı verilir.

Kısadeşarj (Şekil 2.10), direk olarak atığın kıyıya verilmesi şeklinde gerçekleşmektedir. (Şekil 2.11) bir savaktan şelale şeklinde yüksekten bırakma veya alıcı ortam içerisine sahilde su yüzeyine yerleştirilmiş boru veya kanal ile de gerçekleştirilebilmektedir (Doneker ve Jirka, 2001). İleri derecede arıtılmış atıksular veya çevreye etkileşimi zararsız olarak kabul edilen çıkış sularınındeşarjı bu yöntem ile yapılabilir. Ancak çevresel açıdan tehlike oluşturacak ve kontrol gerektiren bir atıksu söz konusu ise uzundeşarj yöntemi ile suyun alıcı ortama verilmesi sağlanmalıdır. Kısadeşarj yapılırken atıksu bir savak yardımıyla yüksekten bırakılabileceği gibi, su yüzeyinden 1-2 m aşağıya yerleştirilmiş bir boru veya kanal aracılığı ile gerçekleştirilebilir. Uzundeşarjda ise,deşarj yapıları kullanılmalı ve pek çok çevresel, hidrolik ve statik inceleme gerekmektedir.

Derindeşarj ise (Şekil 2.12),deşarj yapıları kullanılarak gerçekleştirilen, çevresel, hidrolik ve statik inceleme gerektiren birdeşarj tipidir. İleri derecede arıtılmış atıksuların veya çevreyle etkileşimi zararsız kabul edilen çıkış sularınındeşarjında kısadeşarj tercih edilebilmektedir. Ancak, çevresel açıdan kontrollüdeşarjın gerektiği durumlarda kısacadeşarj yapıları olarak isimlendirilen uzun/derindeşarj tesisleri kullanılmaktadır (Nemlioğlu, 2003).



Şekil 2.10: Deniz kıyısına evsel atıksuyun yüzeysel kısa deşarjı (Karadeniz, Trabzon) (Nemlioğlu, 2003).



Şekil 2.11: Çin’de bir tekstil atıksuyun yüzeysel deşarjı (Yılmaz, 2015).



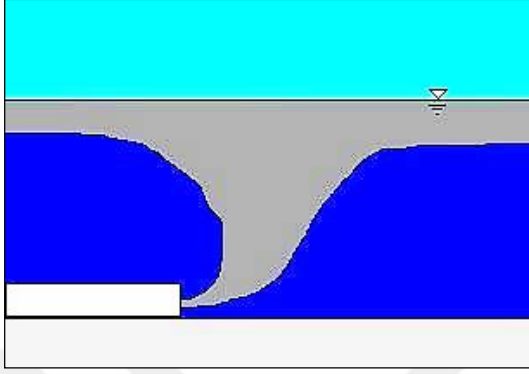
Şekil 2.12: Bir evsel atıksuyun dairesel tek delikten derin deniz deşarjı (Yılmaz, 2015).

Deşarj edilecek olan atıksuyun alıcı ortamda zararsız olabilmesi için, korunmak istenen alandan oldukça uzak ve kirlilik parametrelerinin kirliliğin alıcı ortam suyu ile yeterince karıştırılıp seyreltilerek sağlanması gerekmektedir. Deşarjın amaçlandığı şekilde çevreye zarar vermemesinin sağlanması, tamamen atıksuyun alıcı ortam içerisindeki davranışına bağlıdır. Her iki akışkanın yoğunluk, sıcaklık, tuzluluk değerleri, alıcı ortamın düşey yoğunluk tabakalaşması, atıksuyun ilk hızı, yönü, alıcı ortamın akıntılı olup olmaması, akıntı varsa yönü ve hızı vb'dir.

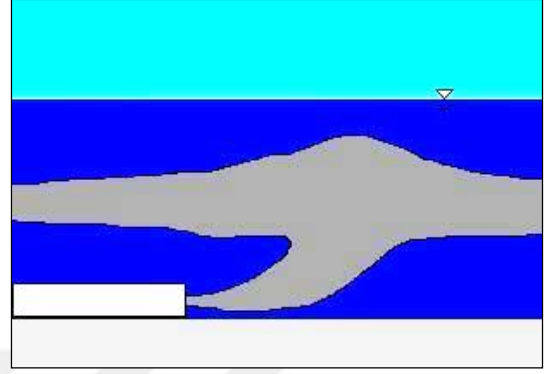
Birçok parametre deşarjı etkileyen etkenlerdir. En elverişsiz koşulların başında gelen durgunluk ve sıcaklık, yoğunluk, tuzluluk bakımından homojen (üniform) alıcı ortam içerisine deşarj, karşılaşılabilecek olumsuz çevresel koşulların engellenmesi bakımından mutlaka incelenmesi gereken haldir. Bu koşullar altında atıksuyun deşarjı sonrasında difüzyon (yayılım) olayını yoğunlukla yoğunluk yönetir. Atıksuyun yüzeye çıkarak kapanlandığı görülmektedir. Bu durumun nedeni atıksuyun yoğunluğunun, alıcı ortamın yoğunluğundan daha düşük olmasıdır. Şekil 2.13'te ise alıcı ortamda düşey doğrultuda bir tabakalaşma bulunmakta ve atıksuyun yoğunluğu bu iki tabaka arasında olmaktadır. Bu nedenden dolayı atıksu iki tabaka arasında kapanlanmaktadır.

Deşarj edilen atıksuyun yoğunluğunun alıcı ortam yoğunluğundan küçük olduğu durumda atıksu yüzdüğünden “pozitif yüzücülük”, büyük olduğu durumda atıksu çökeldiğinden “negatif yüzücülük” oluşmaktadır. En genel durum olan yatay deşarj halinde Şekil 2.14'te görüldüğü gibi belli bir derinlikten (H) deşarj edilen atıksu yoğunluğu alıcı ortamınkinden az olduğundan yüzeyde kapanlanma (tutulma) gerçekleşir (Roberts, 1979) . Atıksu hafifse ve alıcı ortam suyunda düşey tabakalaşma

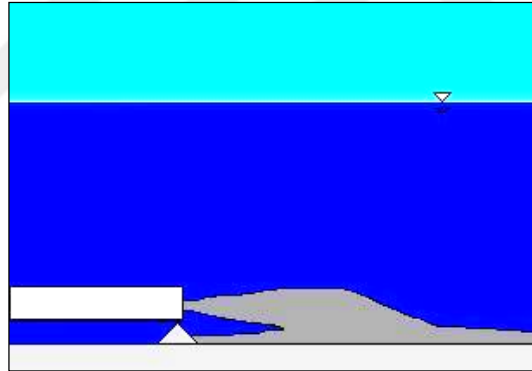
varsa Şekil 2.15'deki gibi arada kapanlanma gerçekleşir, atıksu ilk hızını kaybederek alıcı ortam ile atıksu karışımının yoğunlukları fark edilmez hale gelerek su kütlesinin arada kalması durumu oluşur (Roberts ve Snyder, 1993a).



Şekil 2.13: Yüzeyde kapanlanma (Nemlioğlu, 2003).



Şekil 2.14: Arada kapanlanma (Nemlioğlu, 2003).



Şekil 2.15: Yoğun deşarj (Nemlioğlu, 2003).

İlk iki durum genellikle sıcak atıksu deşarjının söz konusu olduğu evsel atıksu vb. denizel ortama deşarjında görülmektedir. LNG terminallerinden elde edilen soğuk su, deniz suyundan tatlı su elde edilen tesisler ve tuz madenlerinin yıkanmasından dolayı oluşan tuzlu su ya da maden işleme çalışmalarından çıkan yoğun atıksuların deşarjı ile de yoğun deşarj durumu oluşmaktadır. Soğuk suyun, 4°C'den itibaren sıcaklığa bağlı olarak yoğunluğu azalmaktadır. Tablo 2.7'de saf suyun yoğunluğunun sıcaklıkla değişim grafiği verilmiştir.

Tablo 2.6: Saf suyun yoğunluğunun sıcaklıkla değişimi. (Nemlioğlu, 2003).

Sıcaklık T (°C)	Yoğunluk ρ (g/cm ³)	Sıcaklık T (°C)	Yoğunluk ρ (g/cm ³)	Sıcaklık T (°C)	Yoğunluk ρ (g/cm ³)	Sıcaklık T (°C)	Yoğunluk ρ (g/cm ³)
1	0,999927	11	0,999634	21	0,998022	31	0,995372
2	0,999968	12	0,999526	22	0,997801	32	0,995057
3	0,999992	13	0,999406	23	0,997569	33	0,994734
4	1	14	0,999273	24	0,997327	34	0,994403
5	0,999992	15	0,999129	25	0,997075	35	0,994063
6	0,999968	16	0,998972	26	0,996814	36	0,993716
7	0,999993	17	0,998804	27	0,996544	37	0,993360
8	0,999877	18	0,998625	28	0,996264	38	0,992997
9	0,999809	19	0,998435	29	0,995976	39	0,992626
10	0,999728	20	0,998234	30	0,995678	40	0,992247

Yoğunluk dışında deşarj şeklinin oluşmasında etkili olan faktörlerden biri de atıksuyun, alıcı ortama verilış şeklidir. Atıksu deşarjı şekil 2.16'daki gibi büyük tek bir delikten olabildiği gibi, küçük çok sayıda delikten kutu kesitli veya yarık biçiminde de gerçekleştirilebilmektedir. Deşarj edilen suyun kütle merkezinde en fazla kirlilik konsantrasyonu oluşmakta ve bu bölge seyrelmeden yararlanamadığı için deşarj tesislerinden yararlanılarak seyrelmenin kolaylaştırılması gerekmektedir.

**Şekil 2.16:** Açık ağızlı bir borudan deniz deşarj (Nemlioğlu, 2003).

2.3.1. Sığ Deşarjlar

Geçen olaydan farklı kılan olay sahile makul uzaklıktan normal derinlikte (20-60m) boşalmayı engelleyen deniz dibinin düz olmasıdır. O derinliği ulaşmak için, dört kilometre uzunluktaki deşarj gerekmektedir.

Küçük kıyı topluluğu için (çapı en az 360 mm deşarj gerektiği tanımlanıyor) uzun bir deşarj hem bütçe hem de teknik bakımından mümkün değildir. Öyle bir deşarj kurmak hem aşırı pahalı hem de aşırı bir yük kaybına yol açabilir. Bunlar karışık bir yapılandırma lazım ve de pompalanması için çok pahalı olur. Yük kaybını kırmak için, çapını genişletmek de tercih edilmez çünkü hem fiyat artırır hem de kendisini temizlemek için atık akışını yavaşlatıyor. Nüfusu az ve sabit olan küçük bir kıyı topluluk için, bunlar uygun değildir çünkü böyle bir işlem ancak büyük nüfuslu ve turistik bölgeye uygun olur.

Bu küçük topluluklar için hala plajları ve çevreye duyarlı alanların korunması için yeterli yakın alan seyreltme doldurduğu (10 ve 17 m arasında) nispeten sığ okyanus derinliklerine deşarjı için tasarlanmış bir difüzör kullanarak deşarj uzunluğunu azaltmak için genellikle mümkündür. Bu difüzör uzunluğunu artırarak gerçekleştirilir.

Sığ difüzörlerden gelen genellikle yüzeyde ve alana yakın yerde yer alan tüylerin seyreltmesi sınırlandırılabilir çünkü uzun alan seyreltmeleri küçük olabilir. Hassas yerlerde olan kirletici seviyesi sağlık ve çevre için belirlenen standartından daha düşük olmasını sağlayabilmek için ilk seyreltmenin maksimize edilmesi önemlidir. Yakın alan seyreltmesi şu şekillerde maksimize edilebilir:

- Difüzörü olabildiğince uzun yapmak.
- Difüzörün eksenini olabildiğince ağır basan akıma göre olabildiğince 90 derecede ayarlamak.
- Yatay şeklinde boşaltan dar kanalı kullanmak.

“Port” çapı için Sık sık alıntı yapılan başparmak kuralıdır ki çapı en az 100 mm olması lazım. Çapı küçük olan sığ difüzör için bu neredeyse uygun olmaz çünkü çok az port bulunacak. Az sayıda “port”leri aralamak, seyreltmeyi artıramaz çünkü birleşmeyen point-plumu özelliği tarafından yönetilecek. Seyreltmeyi maksimize etmek için, tüy çizgi tüyüne birleştirmesi gerekiyor. Ve bu ancak olabilecek en küçük port çapı kullanarak elde edilir. Çıkış maddesi mili tarama ve yağ çıkarma yöntemiyle çözülebildi ise, 40 mm kadar küçük port çapları sığ ve küçük çaplı difüzör için kullanılabilir.

Delikler yatay boşaltım yapmalı çünkü bu çok yüksek bir alan seyreltmesi yapar.

Tek ve düz çizgi difüzör kullanmak mümkün, ama, içsel örtüşme kaybı ve yeknesak bir akım dağıtımını tutmak açısından Wye ya da benzer difüzör daha avantajlı olabilir

Çok Sığ bir difüzör için göz önünde bulundurduğumuz önemli başka bir şey de dalga kretin altındaki alt basınç dalga altındakinden daha büyük olabilir ve bu fark deniz sularının difüzör içine girmesine yol açabilir. Bunu önlemek için, emniyet valfinin portların üzerinde uygulanması öneriliyor. Başka önemli bir şey de portların üzerinden sürekli geçen dalga hareketleri, Portlar arasındaki deşarj ortalaması sabit kalmasına rağmen, tek düze olmayan portlar arasında bir deşarj sebebiyet verir .

Dalga gücü sığ difüzörler için önemli olabilir ve sabit kalmamasını sebebiyet verebilir. Dalga ne kadar yükseğe ve difüzör ne kadar sığ ise, önemi o kadardır. Esas önemli farkı da, sabitleştirme yönteminin portların deşarjlarına müdahale etmemesini sağlamaktır. Difüzörün siperi gerekiyorsa, portları deniz dibinin üstüne yükseltmek için yükseltici lazımdır.

Difüzör azami dalga akışı için tasarlanmış ama belki ilk ve gelecek akışlar arasında büyük bir fark olabilir. Uzun ve sığ bir difüzör tarihi boyunca, akış sona kadar varmayabilir. Sedimentasyon gibi bir şey oluşmasını deniz organizmaların girmesini artırıyor. Daha önciki yıllarda bazı sahil içindeki portları blok etmekle kolayca çözülebilir. Çünkü derinlik sığ olduğu için, akış arttıkça, bir dalgıç dolguları ve kepleri kaldırabilir.

Sığ difüzörlerin bir avantajı da dalgıç alt zamanı, kurma, kontrol etme ve tamir etme sırasında genellikle bir endişe meselesi değildir. Onun desavantajı da, sıklık ne kadar ise, küçük botlar, dalgalar ve balık tutma aletleri gibi şeylerden zarar görmesidir (Roberts ve diğ., 2010).

2.3.2. Derin deniz deşarjı

Derin deniz deşarjı işlemi, yeterli arıtma kapasitesine sahip olduğu mühendislik çalışmaları ile tesbit edilen alıcı ortamlarda denizin seyreltme ve doğal arıtma süreçlerinden faydalanmak amacıyla atıksuların sahillere belirli uzaklıklarda deniz dibine boru ve difüzörlerle deşarj edilmesi olarak tanımlanıyor.

Derin deniz deşarjı ile yapılan atıksu boşaltımları izin başvurusu ve iznin verilmesi ile ilgili hükümler, Su Kirliliği Kontrolü Yönetmeliği İdari Usuller Tebliği kapsamında onu açıklanıyor.İzin verilen derin deniz deşarj belgeleri beş yıl süre ile geçerlidir. Deşarj izinlerinin sınırlandırılmasında veya iptalinde Su Kirliliği Kontrolü Yönetmeliği'nin 39 uncu maddesi hükümleri uygulanır.

Madenciliğin ilk günlerinden itibaren dünyanın birçok yerinde, bu faaliyetten kaynaklanan atıksuların (tailings) denize deşarjı yapılmıştır. Bu uygulamada, kıyıda direkt yapılan deşarjdan, boruyla derin deniz deşarj sistemine kadar değişik yöntemler geliştirilmiştir. Genellikle karada maden atıkları depolama alanının mevcut olmadığı durumlarda deniz deşarjı tercih edilmektedir. Madencilikte genelde pasa tabir edilen atık kayalar ve maden flotasyonundan çıkan malzemeler denizlere bırakılmaktadır. Atık kayalar kıyılardan denizlere direkt olarak dökülebilirken, genellikle tailings deniz seviyesinden aşağıya gönderilmektedir (Simon ve Kwong, 2004).

Tailings'in sığ sulara deşarjı dünyada yaklaşık olarak yüz yıldan beri uygulanmaktadır. İlk yıllardaki operasyonlarda tailings plansız olarak direkt denize deşarj edilmekteydi. Geçmiş dönemdeki bu uygulamalar kıyısız alanlarda kirliliğe ve yerel biyotanın olumsuz etkilenmesine neden olmuştur (Castilla ve Nealler, 1978; Ellis ve Hoover, 1990).

Konuyla ilgili 1970 yılından itibaren detaylı mühendislik çalışmaları yapılmıştır. Aynı zamanda, çevresel etkileri azaltmak için deniz deşarjının daha derinlere doğru indirilmesi ile ilgili mühendislik hesapları yapılmış ve deniz deşarjı (genellikle kıyısız alanlara deşarj) son zamanlarda derin deniz deşarjı olarak değişim göstermiştir. (Ellis ve Ellis, 1994; Ellis ve diğ., 1995; Samsunlu ve diğ., 1995) Marmaris'te evsel nitelikli atıksular ile ilgili yaptıkları bir çalışmada, derin deniz deşarjını çözüm yollarından biri olarak önerilmiştir. Derin deniz deşarjı, madencilik sektörü için flotasyon tesislerinden çıkan tailings'in, minimum düzeyde olumsuz etki oluşturacak şekilde deniz ortamına bırakılması işlemidir.

Derin deniz deşarjının çevresel açıdan kıyı deşarjlarına göre birçok üstünlükleri vardır. Bunlar;

- Maden atıklarından kaynaklanan katı maddeler, düşük biyolojik üretkenliğin ve kimyasal aktivitenin az olduğu derinlikten, daha da derinlere doğru hızla çökmektedir.
- Deşarj edilen materyalin sıvı kısımları yukarıya doğru yükselse dahi termoklin tabakasında tutulmakta ve yüzeye gelmesi engellenmektedir.
- Deşarj edilen malzeme deşarj süresince ve sonrasında kimyasal ve biyolojik olarak inert hale gelmektedir.

Atıksuların derin denize deşarjı güvenilir ve nispeten daha ucuz bir atık uzaklaştırma teknolojisi olup, dünyanın pek çok yöresinde yaygın olarak kullanılmaktadır. Dünyada, derin deniz deşarj sistemi için ilk detaylı mühendislik çalışması 1971 yılında, Kanada'nın kuzey batı kısmında yer alan "The Island Copper" maden şirketi tarafından yapılmıştır (Ganguli ve diğ., 2002).

Madenlerin çok derin denize deşarj edilmesi ilk olarak (Ellis ve Ellis, 1994) tarafından önerilmiştir. Derin deniz deşarjında temel amaç atığın ötrofik zonun altına deşarj edilmesidir. Bu ortamda katı maddeler direkt olarak deniz tabanına çökerken, oluşan bulanık su tabakasındaki partiküllerin de zaman içinde çökeceği düşünülmüştür.

Bazen tailings deşarj edilmeden önce karışım tanklarında deniz suyu ile karıştırılmaktadır. Bunun amacı, deşarj suyu sıcaklığı ve yoğunluğunun alıcı ortama daha yakın hale getirilmesi ve atıksuyun içindeki hava kabarcıklarının ortamdaki uzaklaştırılmasıdır. Yüzen parçacıklar karışım tankı içinde yüksek enerjiden dolayı parçalanmakta ve böylece maden atıkları inceltirilerek daha kolay akım sağlanmaktadır. Karışım tankları aynı zamanda, aşırı miktarda atık girdisini engelleyen bir bariyer olarak da görev yapmaktadır. Derin deniz deşarj sistemiyle taşınan atığın deniz dibindeki birikimi ve dağılımı ise tamamen deşarjın yapıldığı zeminin yapısına bağlı olarak değişmektedir (IIED, 2002).

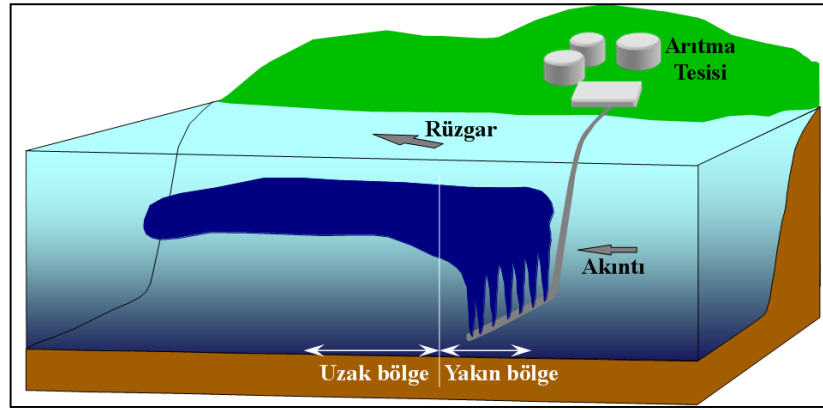
Atıksuların boşaltım şekillerinin çevre üzerinde son derece önemli etkileri vardır. Farklı boşaltım ve arıtım seçeneklerinin karşılaştırmalı halk sağlığı riskleri, boşaltım şekli, atıksuyun halk sağlığına etkilerini de belirler. Kıyıya yakın bir deşarj, kıyıyı kirletecek, tamamen görünür olacak ve önemli ölçüde sağlık riskine neden olacaktır; ağzı açık bir borudan sığ bir körfeze yetersiz yıkanmayla yapılan bir boşaltım ise körfezi kirletecektir.

Oysa orta derinlikte suya, kıyıdan bir miktar uzaktan boşaltım yapan etkin bir yayıcısı olan bir deşarj tesisi ile bu ve diğer etkiler neredeyse tamamen ortadan kaldırılabilir. Deşarj tesisi kullanımı, kıyı çizgisi etkilerini (ve böylece sağlık risklerinin çoğunu) ortadan kaldırır ve kıyı sularında gerçekleşen yüksek seyrelme ve etkin dağılım, alıcı su kalitesindeki ve ekosistemdeki herhangi bir etkiyi en küçük düzeye kadar azaltacaktır.

Bir okyanus deşarjı tasarımı yapılırken, yapılaş amaçlarına ulaşılması için, atıksuların sahil sularında nasıl karıştıklarının anlaşılması, akıbetlerini ve taşınımlarını neyin yönettiğinin kavranması gerekir. Evsel atıksu, deniz suyundan daha az yoğun olduğundan ve sahil suları içerisine bir yayıcıdan bırakılan evsel atıksuyun kendine has karmaşık hidrodinamiği bulunduğundan, bu karışıma eşsizdir ve karmaşık özellikleri vardır. Bu bölümün amacı, okyanus deşarj tesisi boşaltımlarının baskın karışım süreçlerinin gözden geçirilmesi ve tartışılmasıdır.

Taşınım tahminleri için matematiksel modeller günümüzde yaygın bir şekilde kullanılırlar da, başlıca aşamaların açıklanması ve karışmanın çeşitli aşamalarının tahminini yapan uygulama yöntemlerinin sunulması bu bölümün esas vurgulanmak istenen konularıdır. Bu yaklaşımın nedeni, iyi deşarj tesisi tasarımı için gerekli temel mekanizma bilgisini, daha karmaşık matematik modellerin bilinçli kullanımını ve bu modellerin güvenilirliğinin kontrol edilmesini sağlamaktır. Aslında, burada sunulan eşitlikler, sıklıkla düzgün bir deşarj tesisi tasarımı için oldukça yeterli olacaktır ve bazı durumlarda, daha “sofistike” matematiksel modellerin tahminlerinden daha güvenilir olabilirler.

Atıksu, genellikle çok delikli bir yayıcıdan dairesel türbülanslı jetler halinde yatay olarak dışarı atılır. Deşarj delikleri, yayıcının her iki yanı boyunca veya deşarj borusuna eklenmiş bir dizi yükseltici halinde eşit aralıklı yerleştirilebilirler (Şekil 2.17).



Şekil 2.17: Bir deşarj tesisinden kıyı suları içerisine boşaltılmış atıksuyun tipik davranışı. (Roberts ve diğ., 2010).

Yüzücülük ve okyanusun yoğunluk tabakalaşması, denize yapılan deşarjların akıbeti ve taşınımı üzerinde başlıca rolü oynarlar. Evsel atıksuyun yoğunluğu, tatlı suyunkine yakın olduğundan, deniz suyu içerisinde çok yüzücüdür. Bunun sonucu olarak, jetler yüzeye doğru yükselmeye başlarlar ve yükselirken komşu jetlerle birleşebilirler. Türbülans ve sürüklenme, jetler tarafından uyarılır, bu durum hızlı karışma ve seyrelmeye neden olur. Bu durumun gerçekleştiği bölge “yakın bölge” veya “ilk karışım bölgesi” olarak adlandırılır.

Su yeterince derinse, deniz yoğunluk tabakalaşması yükselen saçakları su yüzeyinin altında tutsaklayabilir; saçaklar yükselmelerini durdurup, yanal olarak yayılmaya başlarlar. Atık alanı daha sonra okyanus akıntısı ile sürüklenir ve “uzak bölge” olarak isimlendirilen bir bölgede okyanus türbülansı tarafından yayılır. Karışma miktarı veya seyrelmenin artışı uzak bölgede, yakın bölgeden çok daha yavaştır. Atık alanı sürüklenirken, parçacıklar okyanus tabanı üzerine çökebilir ve yüzebilir maddeler ise, rüzgâr ve akıntılarla taşınabilecekleri okyanus yüzeyine ulaşabilirler. Sonuç olarak, büyük ölçekli yıkanma ve kimyasal ve biyolojik bozunma süreçleri, kirleticileri giderir ve kirleticilerin uzun vadeli birikimini önler. Aslında, Şekil 2.17’de gösterildiği gibi, yakın ile uzak bölgeler arasında ani bir geçiş bölgesi yoktur. Geçiş aşamalıdır, ancak, tahmin amacıyla modelleme yapmak için geçişin aniymiş gibi kabul edilmesi uygundur.

Bu süreçleri uzunluk ve zaman ölçekleri yönünden düşünmek, anlaşılmasını kolaylaştırır. Brooks’un (1984) kaynak gösterdiği “artan ölçeklerde sürecin aşamalanması” yöntemiyle, atıksuyun yayıcıdan uzaklaşma hareketiyle birlikte uzunluk

ve zaman ölçekleri artarlar. Bu süreçlerin en önemlisi Şekil 2.17’de grafik olarak çizilmiştir:

- Yakın bölge karışımı: Deşarjın yüzücülüğü ve momentumunun neden olduğu karışımdır; 10 ila 1000 m uzaklık aralığında ve 1 ila 10 dakika zaman aralığında gerçekleşir.
- Uzak bölge karışımı: Okyanus akıntıları ile taşınım ve okyanus türbülansı ile yayılım bu karışıma neden olur; 100 m ila 10 km uzaklık aralığında ve 1 ila 20 saat zaman aralığında gerçekleşir.
- Uzun vadeli yıkanma: Büyük ölçekli yıkanma, upwelling (deniz alt suyunun yukarı çıkma akıntısı) veya downwelling (deniz üst suyunun aşağı inme akıntısı), çökeltme bu karışıma neden olur; 10 ila 100 km uzaklık aralığında ve 1 ila 100 gün veya daha uzun süreli zaman aralığında gerçekleşir.

Daha karmaşık hal, bu süreçlerin üst üste bindiği ve çeşitli aşamaların arasında geçiş bölgesi bulunduğu durumlarda oluşabilir.

Büyük kapasiteli endüstriyel tesislerde ısıtma işlemi yapılıyorsa, atık ısının uzaklaştırılması gerekmektedir. Özellikle termik santraller ve nükleer enerji santralleri gibi tesislerde işlemler sırasında oluşan ısınmayı gidermek için su ile soğutma yoluna gidilmektedir. Tesise giren soğuk su, ihtiyaç duyulan ısınmış bölgelerden geçirilerek atık ısıyı kendi bünyesine alması sağlanır. Isınan su, kapalı devre çalışan soğuk su kulelerine veya açık devre çalışan deşarj tesislerine gönderilerek uzaklaştırılır. Özellikle ekonomik olması, kolay tasarımı ve işletme kolaylığı nedeniyle, büyük doğal veya yapay su kütlelerinin bulunduğu bölgelerde, ısıtma deşarj tesisleri tercih edilmektedir.

Sıvılaştırılmış doğalgaz tesislerindeki (LNG) gazlaştırma birimlerinde, sıvı haldeki doğalgazın yeniden gaz haline dönüştürülmesinde de su, ısıtma işlemlerinde kullanılabilmekte ve bunun sonucunda sıcaklığı düşürülmüş su deşarjı yapılma gereksinimi duyulmaktadır.

Büyük alıcı su ortamının yakınına kurulmuş tesislerde çoğunlukla açık devre sistemleri tercih edilmektedir. Çünkü kapalı devre sistemleri, açık devre sistemlerinden on kat daha pahalı olabilmektedir. Deniz, göl, okyanus, yapay göller ve nehirler gibi büyük su

k t leleri ısıı deşarj kullanımı için ideal olarak düşünülmektedir. Buralara deşarj yapılırken su alma yapısından daha uzak bir bölgeye boşaltım yapılmaktadır.

2.3.3. Deşarj Yöntemleri

Günümüzde, hızlı nüfus artışına paralel olarak artan  evre kirliliği, özellikle kıyı bölgelerinin en önemli sorunlarından birisidir. Bununla birlikte, Türkiye gibi gelişmekte olan ülkelerde plansız şehirleşme ve altyapı yetersizlikleri de nüfus artışı ile birlikte çözülmesi oldukça zor bir problem olarak ortaya çıkmaktadır. Gelişmekte olan ülkeler için bu tür problemleri minimum ekonomik gereksinimler ile çözmek öncelikli hedefler arasındadır. Bu bakımdan deniz deşarj sistemleri, günümüzde oldukça etkili ve ekonomik olan atıksu bertaraf yöntemlerindendir. Bir deniz deşarj sisteminde amaç, şehir atıksu şebekesi ile toplanan atıksuların, ihtiya a göre belirlenen bir seviyede arıtılmasından sonra deniz ortamına verilerek, çok yüksek seyrelme oranları ile zararsız hale getirilmesidir. Kıyıların kullanım amaçları, hassasiyeti ve atıksu özelliklerine bağlı olarak seçilen arıtım yöntemi deniz deşarj sisteminin tasarımı üzerinde önemli bir etkiye sahiptir. Özellikle turizmin ve kıyisal faaliyetlerin yoğun olduğu hassas kıyı bölgelerinde deniz suyu kalitesinin korunması amacıyla arıtım derecesi çok daha büyük bir öneme kavuşmaktadır.

Deşarj sistemlerini dört grupta toplamak mümkündür. Bunlar:

- Evsel ve organik madde içerikli atıksu deşarj sistemleri,
- Yağmur suyu deşarj sistemleri,
- Endüstriyel atıksu deşarj sistemleri,
- Isıl deşarj sistemleridir.

Deşarj edilecek atıksuyun özellikleri ve deşarj ortamları dikkate alınarak atıksular piknoklinin üst veya alt kısmından denize verilir. Piknoklin denizlerin en dinamik katmanını oluştururlar. Atıksuların piknoklin tabakasının içine verilmemesi gerekmektedir. Çünkü bu dinamik tabakanın içinde atıksuların kontrol edilerek denize verilmesi mümkün değildir. Piknoklinin altında kalan zonlara , yoğunluğu deniz suyundan daha ağır olan endüstriyel sular (maden işleme tesislerinin atıksuları gibi) tercihen verilmekte ve alt katmanlarda çökelmeleri sağlanmaktadır. Buna yoğun atıksu deşarjı veya ağır deşarj da denilmektedir. Bu deşarj sistemleri , derin deniz atık

depolama yerleri (submarine tailings placement, STP veya deep sea submarine tailings placement , DSTP) ismi ile bilinirler. Özellikle bakır madeni gibi ağır metal işletme tesislerinin atıksuları önce bir hazneye alınarak deniz suyu ile sulandırıldıktan sonra oksijeni azaltılarak deşarj borusuna verilmektedir. Bu yapılmadığı takdirde sülfür oksitlenerek sülfirik asit oluşumuna sebep olmaktadır. Bunun da sisteme ve deniz ortamına zarar vermesi söz konusudur. Bu tip deşarjlarda denizlerde fotosentez olayının aktif olduğu zondan daha alt seviyelere deşarj yapılmakta ve deşarjın bu zonun etkilememesi esası uygulanmaktadır.

Denizin biyolojik bakımdan en aktif zonu olan fotosentez zonunun tabanı, yaklaşık olarak yüzeyden itibaren ışık girişiminin sadece % 1 olabildiği derinliğe kadar iner. Bunun yaklaşık 100 m'den daha fazla derinliklere karşılık geleceği verilebilir. Dünyadaki önemli STP'lerden birisi Türkiye'de Karadeniz'e Çayeli Bakır İşletmelerinin atıksularının STP sistemidir (Koç, 2008).

2.3.4. Deşarj Yeri

Bir deşarj işleminin optimum yeri yöresel şartlara bağlıdır. İdeal olarak değişmeyen bir eğime sahip deniz tabanının uygun derinliğe ulaştığı nokta deşarj yeri olarak seçilmelidir. Yer seçiminde göz önünde bulunması gereken oşinografik unsurlar;

- Akıntı
- Difüzyon (yayılma) özelliği
- Deniz suyunun yoğunluğu
- Rüzgarlar
- Deniz altı topografyası ve jeolojisi

Bu unsurlar da göz önüne alınarak ve bakteriyolojik standartlarla bakteriyel yok olma süreleri de incelenerek boru uzunluğu belirlenir. Sahilden uzakta ve farklı derinliklerde deşarj yapılması halinde başlangıç seyrelmesi, yatay yayılma seyrelmesi ve bakteriyel yok olma faktörlerinden oluşan toplam seyrelme hesaplanır ($S_1 \times S_2 \times S_3$) ve standartlara uygun asgari boru uzunluğu tayin edilir (Erkebay, 2002).

2.3.5. Deniz deşarjlarının projelendirilmesi

Deniz deşarjı sistemleri, üç tarafı denizlerle çevrili bir ülke olmamız nedeniyle uygun bir atıksu uzaklaştırma alternatifi olarak düşünülmektedir. İller Bankası Genel Müdürlüğü' nün denetiminde gerçekleştirilen projeler ile birçok yerleşim bölgesinin atıksu arıtımı, deniz deşarjları ile sağlanmaktadır. Deniz deşarjları projelendirilmeden önce kıyı bölgelerinde mevsimlere göre nüfus belirlenmelidir. Nüfus hesaplama metotları sonucunda belirlenen nüfusun ilerleyen yıllarda yaklaşık olarak kaç kişi olacağı tahmin edilmektedir. Nüfus tahminine göre pis su debisi hesaplanmaktadır.

2.3.6. Deniz Deşarjı Mevcut Çalışmalar

- 1969 yılında Fan ve Brooks'un geliştirdiği “Durgun alıcı ortamda yatay açıyla deşarj edilen çizgisel jetlerin birinci seyrelmesi”. Elde edilen parametrik sonuçlardan analitik olarak seyrelme değerlerini hesaplayabilmek için, Fan ve Brooks'un çalışması sonucundan yaklaşımı esas alınarak birinci seyrelme değerleri hesaplanabiliyor (Fan ve Brooks, 1969).
- 2001 yılında Doneker ve Jirka Cornell Karışım Zonu Uzman Sistemi (CORMIX) ve kullanımı konusunda bir çalışma yapmışlardır. Bu çalışmada CORMIX'in düzenleyici karışım zonu içerisinde su kalite kriteri analizi için dizayn edildiği ortaya konmuştur. Karışım zonlarına CORMIX yaklaşımını incelemiş ve sınır etkileşimini test etmiştir. Sınır etkileşimi, yakın alandan uzak alan karışımına geçişi tanımlar. Ayrıca çalışmada karışım zonu analizleri sonucu çıkış ağzı dizaynı için CORMIX-GI sistemlerinin yaklaşımı da analiz edilmiştir. Sonuçta CORMIX'in karışım süreci ve atık deşarjı konusunda kullanıcı için dikkate değer ve bilinebilirliği arttırıcı şekilde eğitim aracı olarak tasarlandığı belirtilmiştir. Ayrıca kullanımı sırasında çok iyi anlaşılıp sonuçları iyi değerlendirilmesi gerektiği vurgulanmıştır (Doneker ve Jirka, 2001).
- 2004 yılında ortak yapılan başka bir çalışma yayınlanmıştır. Deniz deşarj modellerinin geçerliliği için yeni deneysel teknikler üzerine olan bu çalışmada, UM3 ve CORMIX gibi denizel ortamdaki karışım zonlarını matematiksel modellenmesinde kullanılan yöntemler test edilmiştir (Roberts ve Tian, 2004).
- 2004 yılında yayınlanan çalışmada sediment yoğunluk akıntılarında kirletici taşınımı ve karışım zonu simulasyonu üzerinde çalışmışlardır. Askıda katı madde

konsantrasyonunun su kolonundaki tahmininin özellikle endüstriyel atıklar için önemini belirtmişlerdir. Çalışmada çöken maddelerin bir kaynaktan sürekli deşarjının askıda sediment yükleri açısından su kalite parametrelerini belirleyici olduğu belirtilmiştir. Yaptıkları alan çalışmalarını laboratuvar verileri ile karşılaştırmışlar, model sonuçları, uygun alan ve laboratuvar verileri ile iyi şekilde uyum gösterdiği sonucuna varmışlardır (Doneker ve diğ., 2004).

- 2007 yılında deniz suyundan tatlısu elde eden tesisleri inceleyerek bu tesislerden kıyısız sulara bırakılan konsantre edilmiş tuzlu suyun deşarjı ile ilgili bir çalışma yapılmıştır. Ortama bırakılan bu konsantre tuzlu suyun, özellikle modern ve büyük kapasiteli tesislerde, denizel ortama minimize edilmiş zararlı etkiyi sağlamak için yüksek oranda seyrelmeyi sağlayacak dip deşarjlarının gerekliliğini ortaya koymuşlardır. Bunun için CORMIX, CorJet ve özel bir versiyon olan DCORMIX'den yararlanmışlardır. CorJet modelinin, sadece diğer karışım yöntemlerinde değil ayrıca dip yoğunluk akışlarının formasyonu gibi, sınır etkileşimleri, uzak alan karışımlarının değişimleri ve yüzebilir jetlerde tahminine izin veren CORMIX uzman sistemi içerisinde kullanılabilir olduğunu belirtmişlerdir. Ayrıca özel bir versiyon olan DCORMIX'in tuz giderme tesislerinden tuzlusu deşarjı ya da azalarak yayılan yoğunluk akıntısının dinamiklerini içeren sediment akıntıları için yakın ve orta alandaki tüm çevresel etki için kullanılabilirliğini anlatmışlardır (Bleninger ve Jirka, 2008).
- Jones ve arkadaşları 2007 yılında denize deşarjı yüzebilir yüzey deşarjlarının akış sınıflandırması ve tahmin metodolojisini temel alarak incelemişlerdir. Yüzer şekilde yüzeyden yapılan deşarjı bir akarsuyun göl ya da denize dökülmesi gibi değerlendirmişlerdir. Bu tür deşarjlarda akış sonucunun kalitatif ve kantitatif tanımlarına etkili ve güvenilir koruma teknikleri geliştirmek için ihtiyaç olduğunu belirtmişlerdir. Tahmin yöntemi olarak CORMIX'in yüzeyden yapılan deşarjlar için olan CORMIX3 modeli kullanılmıştır (Jones ve diğ., 2007).
- 2010 yılındaki bir çalışmada ise CORMIX 1, PLUMAC 2.2 ve PHOENICS karşılaştırması yapmışlardır. Yaptıkları karşılaştırma sonucunda CORMIX 1 ve PLUMAC 2.2 uzman sistemleri termal plum davranışının derecesinde yakın bulunmuştur. Alınan sonuçlarla çizilen grafiklerde bu iki uzman sistemin oluşturduğu eğrilerin her durumda makul oranda benzeştiğini görmüşlerdir. Ancak

PHOENICS aynı standardı sağlamadığı ve farklı eğriler oluşturacak şekilde sonuçlar verdiği görülmüştür (Pinheiro ve Ortiz, 2010).

- 2003 'deki bir diğer çalışmada farklı alanlara deşarj edilen batmaz ya da batan kıyısız bölge atıksularının yakın alan seyrelmesini incelemişlerdir. San Francisco Yarımadası'nın batı tarafında Pasifik Okyanusuna atıksuyun deşarjı için dizayn edilen çoklu difüzörlerle çalışılmış. Atıksu seyrelmesinin tahmini ve analizler için CORMIX 2 ve integral model olan VISJET programları laboratuvar deneylerinin simulasyonunda kullanıldı. Elde edilen sonuçlar tabakalandırılmamış durumda laboratuvar girdisinden elde edilen seyrelme ile CORMIX 2 ve VISJET modelleri nispeten iyi uyuma göstermiş (Shahidi ve Azimi, 2003).
- Deniz deşarj sistemleri, atıksuyun borular yardımıyla kıyıdan belli bir mesafeye taşınarak, çevre standartlarını sağlayacak şekilde belli bir deniz derinliğine boşaltılmasını gerçekleştirmektedir. Deniz deşarj sistemleri, deşarj borusu, difüzör, tespit kitleleri ve terfi merkezi gibi elemanlardan oluşmaktadır. Deşarj boruları, atıksuyun denize verileceği derinliğe bağlı olarak önce deniz tabanına gömülerek daha sonra deniz tabanına oturtularak döşenmektedir. Atıksuyun, çevre şartlarına uyacak şekilde istenen değerlere ulaşarak deniz suyuyla karışımını sağlayan unsur olan difüzörler deşarj borusunun ucuna yerleştirilmektedir. Tespit kitleleri belli mesafelerde yerleştirilerek difüzörlerin stabilitesini sağlamaktadır. Deşarj edilecek atıksu debisinin borulardan istenen hızlarda geçişini sağlamak amacıyla terfi merkezleri kullanılmaktadır (Kanber, 2005).
- Kanalizasyon sistemi ile difüzör arasındaki bağlantıyı sağlayan deşarj borularının tasarımı, hidrolik kriterlere göre çaplarının hesaplanması ve borulara etkiyecek kuvvetlerle boruların yapısal özelliklerini kaybetmeyecek şekilde planlamanın yapılması, sistemin işletilmesi sırasında oluşabilecek problemlerin önlenmesi bakımından büyük önem taşımaktadır (Akyarlı, 1991). Deşarj borularında taşınan atıksuyun deniz suyuna(alıcı ortam) çıkışını sağlayan difüzörün yapısal özellikleri, sabitleştirileceği ve yerleştirileceği doğrultu, belli hidrolik kriterlere uyularak ve istenilen nitelikte bir seyrelme elde edilecek şekilde tespit edilmektedir. Difüzörün yer alacağı derinliktekiakıntı özellikleri seyrelme olayı üzerinde önemli etkisi olan fiziksel bir süreçtir (Akyarlı, 1991).

- Atıksu denize deşarj edildikten sonra başlangıç seyrelmesi ve dispersiyon yoluyla seyrelme ile alıcı ortamdaki atıksu konsantrasyonu hızla azalır. Biyolojik oksijen ihtiyacı ve askıdaki katı madde miktarı seyrelmeler ile indirgenir. Fakat indirgenmelerin gerçekleşebilmesi ve kıyıya taşınımın olmaması için alıcı ortamdaki akıntı yapısı ve kıyıya olan mesafe uygun olmalıdır. Atıksuyun denize deşarjından önce mümkün olduğunca az askı malzemesi deşarj sistemine girmelidir. Deşarj veriminin düşük olması durumunda dezenfeksiyon yapılmalıdır (Çelikoğlu vd, 1998), (Novak ve diğ., 1996).
- Roberts ve arkadaşları tarafından yapılan bir model çalışmada atıksu bulutunun yüzeye ulaştığı durumlarda seyrelmelerin yüksek olduğu ve 600 ile 5400 değerleri arasında değişerek ortalama 1350 değerine sahip olduğu tespit edilmektedir. Atıksu bulutunun yüzeye ulaşmayarak deniz tabanından belli bir yükseklikte tutsaklanması durumunda ortalama seyrelme değerinin 630 olduğu belirtilmektedir. Seyrelme değerlerindeki farklılığın, mevsimsel değişimlerde atıksuyun alıcı ortamda davranış çeşitliliklerinden kaynaklandığı belirtilmektedir (Roberts ve diğ., 2001).
- Chou ve Cheng, difüzör boyunca gerçekleşen debi dağılımını analitik, nümerik ve deneysel yollarla çalışmış ve duvar sürtünme katsayısı, delik momentumu gibi parametreler ile delik çapı için değerler saptamışlardır (Cheng ve diğ., 2001). Difüzörler, birincil seyrelmeyi arttırmak için deniz deşarj sistemlerinden atıksuyun alıcı ortama verildiği çıkış kısımlarına yerleştirilmektedir. Seyrelme değerinin ve iletim uzunluğunun yüksek olması için difüzörler yatay doğrultuda yerleştirilmektedir. Difüzörler üzerindeki delikler yeterli mesafelerde yerleştirilerek alıcı ortama verilen atıksu bulutlarının birbirleriyle birleşmemeleri engellenmektedir (Odgaard vd, 1976).
- Nemlioğlu, delik şeklinin hidrolik performansa ve servis ömrüne etkisini deneylerle incelemiştir. Deneyler sonucunda eski tip delik şekilleri yerine çanağız veya farklı tip keskin-kenar ağız delik tiplerinin tercih edilmesinin uygun olacağını belirtmektedir. Yapılan deneyler deniz deşarj sistemlerinin hidrolik kapasitelerinin arttırılmasıyla atıksu deşarj hacim ve kalitesinin atırılabilceğini göstermektedir (Nemlioğlu, 2002; French, 1995).
- Evsel ve endüstriyel pis suların yoğunluğu deniz suyu yoğunluğundan genellikle küçüktür. Bu nedenle, deniz suyunda bir yoğunluk tabakalaşması yoksa, atıksu

bulutu her zaman deniz yüzeyine ulaşmaktadır. Deniz suyunda belirgin bir katmanlaşma varsa, derinlerdeki ağır suyun atıksuyla karışması bulut içerisindeki karışımın yoğunluğunun daha yükseklerdeki deniz suyu yoğunluğuna eşit olmasını sağlamaktadır. Bu durumda atıksu bulutu deniz yüzeyine erişmeden, belirli bir derinlikte tutsaklanır. Yoğunluk tabakalaşması durumunda atıksu bulutunun davranışını göstermektedir (Özhan ve diğ., 1976).

- Yoğunluk tabakalaşması durumunda atıksu bulutunun davranışı. Denize boşaltım tasarımı için ısı, tuzluluk ve yoğunluk gibi deniz suyu özellikleri araştırılmalıdır. Boşaltım noktasındaki deniz suyu yoğunluk kesiti, difüzör çıkışlarından boşalan atıksu bulutunun davranışını etkilemektedir (Hansen ve diğ., 1977).
- Deniz suyunun atıksuyla ilk karışımı, atıksu jetinin momentumunu yitirmesi ve atıksu / deniz suyu karışımı yoğunluğunun deniz suyu yoğunluğuna eşit oluncaya kadar devam etmektedir. Yoğunluklar eşitlendikten sonra, atıksu bulutunun taşınmasında ve yayılmasında akıntılar etkili olmaktadır. Deniz suyu akıntılarının bilinmesi, kıyı sularının kirlenme düzeyinin tahmini için gereklidir (Özhan ve diğ., 1976).
- Roberts ve Tian tarafından uygulanan yeni üç-boyutlu bir sistem(3DLIF) ile bir deniz deşarj sisteminden yerinde ölçümler yapılmış, ölçülen koşullara dayanarak orantılı laboratuvar deneyleri gerçekleştirilmiştir. Laboratuvar deneylerinden elde edilen sonuçlar matematiksel modellerle karşılaştırılmıştır. Yeni bir teknik olan 3DLIF ile yakın alan matematiksel modellerinin gelişiminin sağlanacağı belirtilmektedir (Roberts ve diğ., 2004).
- Belirli bir derinlikten deşarj edilen atıksu, deşarj deliğinden çıkarken sahip olduğu momentumun ve deniz suyu ile arasındaki yoğunluk farkının etkisiyle alıcı ortam içerisinde yükselmeye başlar. Bu yükselme sırasında deniz suyu ile karışan atıksu, difüzör iğnesinden çıkarken sahip olduğu jet hızından kaynaklı türbülansın etkisiyle seyreilmeye başlar. Buna birinci seyreleme denilmektedir. Birinci seyrelemeden sonra su yüzeyine ulaşan yada belirli bir derinlikte tutsaklanan atıksu, akıntı etkisi ile, akıntı yönünde ve akıntı hızına bağlı olarak hareket eder. Bu hareket sırasında atıksu tarlasının dış kenarı türbülanslı karışım nedeniyle deniz suyuna biner ve atıksu tarlası seyreterek dışarıya doğru yayılır. Bu süreçte meydana gelen seyreleme ikinci seyreleme olarak tarif edilir. Kirleticilerin ayrışması ve bakterilerin ölmesinden ileri gelen

seyrelmeye ise üçüncü seyrelme adı verilmektedir. Bir deniz deşarjı sisteminden beklenen en önemli işlev, seyrelme yoluyla o bölgedeki kıyı kesiminin kullanma amacına ve atıksuyun niteliğine bağlı olarak saptanan sınır değerlerin altına düşürülmesidir (Akyarlı, 1991).

- Shankar ve arkadaşları, üç boyutlu hidrodinamik çalkantı için sonlu farklar yöntemini kullanan bir model geliştirmişlerdir. Geliştirilen model dört durum için test edilmiştir: Rüzgar kaynaklı akıntılar, yoğunluk kaynaklı akıntılar, su alanlarındaki basınç değişikliklerinden kaynaklanan dalgalanmalar, açık kanallardaki gel-git kaynaklı çalkantılar. Çalışmada, modelden elde edilen sonuçlarla bu dört durumun idealize edildiği analitik çözüm sonuçları kıyaslanmıştır (Shankar ve diğ.,1997).
- Langenber, Kuzey Denizindeki temiz su alanlarının rüzgar ve yoğunluk kaynaklı akıntılarla etkileşimini incelemiştir. Çalışmada Kuzey denizinin üç boyutlu baroklinik çalkantı modelini kullanmıştır. Baroklinik model sonuçlarını tuzluluk ve sıcaklık değerlerini aynı büyüklükte bir çözüm ağı kullanan barotropik modelle ve daha az sayıda nokta içeren çözüm ağı kullanan bir başka modelle kıyaslamıştır. Çalışmada rüzgar etkileşimlerinin incelenmesi için saha ölçümleri kullanılmıştır.Yoğunluk değişiminin yüzey akıntılarında belirgin bir artışa neden olduğu ancak derinlik boyunca deniz suyu ısısının azalmasıyla akıntıların gücünü yitirdiği gözlenmiştir (Langenber, 1997).
- Gross ve arkadaşları, üç boyutlu bir hidrodinamik modeli, taşınım ve iki denklemlilik türbülans modeli ekleyerek geliştirmişlerdir. Elde edilen model San Francisco Körfezindeki tuzluluk değişimini modellemek için uygulanmıştır. 64 günlük zaman periyotlu çalışmada az miktardaki temiz su girişi dikkate alınmıştır. Bu zaman süresince gözlemlenen tuzluluk değerleri modelle benzeştirilmiştir. Model çalışmaları ile uzun dönemde tabakalanmanın ve basınç değişikliklerinin önemi araştırılmıştır. Yoğunluk kaynaklı akıntıların ve yoğunluk tabakalanmasının taşınım üzerinde önemli etkileri olduğu görülmüştür (Gross ve diğ., 1999).
- Carvalho ve arkadaşları, atıksuya boya karıştırılarak saha ölçümleri yapılmıştır. Ölçümler sonucunda kirletici bulutunun yoğunluk tabakalaşmasından önemli ölçüde etkilenerek belli bir derinlikte tutsaklandığı ve bu durumda seyrelmenin düşük değerlere sahip olduğu saptanmıştır. Tabakalaşmanın olmadığı durumda bulutun

deniz yüzeyine ulaştığı ve seyrelme değerinin arttığı saptanmaktadır (Carvalho veark., 2002).

2.4. ISIL DEŞARJ

2.4.1. Isıl Deşarjın Çevresel Etkileri

Isıl işlem yapan büyük kapasiteli tesislerde atık ısının uzaklaştırılması gereksinim duyulan bir işlemdir. Termik ve nükleer elektrik santralleri, büyük fabrikalar gibi tesislerde çoğunlukla su kullanılarak soğutma işlemi yapılmaktadır. Su, tesis içerisinde ısı kaynaklarında dolaştırılarak atık ısıyı bünyesine aldıktan sonra, genellikle kapalı devre çalışan soğutma kulelerine veya açık devre çalışan deşarj tesislerine gönderilerek atık ısının uzaklaştırılması sağlanmaktadır. Gerek ekonomikliği, gerekse kolay tasarımı ve işletilmesi nedeniyle doğal veya yapay büyük ve uygun su kütlelerinin bulunduğu yerlerde ısı deşarj tesisleri atık ısının uzaklaştırılmasında önemli bir seçenek olarak değerlendirilmektedir (Öztürk, 1996).

Atık ısı çıkış suyu sadece soğutma suyunda olduğu gibi sıcaklığı yükselmiş su (sıcak deşarj) olarak ortaya çıkmaz. Sıvılaştırılmış doğalgaz (LNG: Liquefied Natural Gas) depolama tesisi gazlaştırma ünitelerinde, sıvılaştırılmış doğalgazın yeniden gaz haline çevrilmesindeki ısı işlemlerde de su kullanılmakta ve sıcaklığı düşürülmüş çıkış suyu (soğuk deşarj) ortaya çıkmaktadır (Nemlioğlu, 2003).

Kapalı devre su çevrim sistemlerinin maliyeti, açık devre sistemlerinin on katı kadar daha pahalı olabildiğinden, büyük alıcı su ortamlarının yakınındaki tesislerde çoğunlukla ekonomikliği nedeniyle açık devreli sistemler tercih edilmektedir. Isıl deşarj okyanus, deniz, göl, nehir ve yapay göllere yapılabilir. Deşarj tesislerinde büyük su kütlelerinden su alma yapısı ile ısı işleme uğratılacak su alındıktan sonra, tesis çıkışında alınan noktadan kıyıya göre daha uzak bir kısma boşaltım yapılmaktadır.

Termik santraller, açık devre soğutma sistemleri için büyük miktarlarda soğutma suyu kullanmaktadır (10 ila 30 m³/sn). Bu nedenle deşarj yapılan suyun sıcaklığı 8°C ila 10°C artmaktadır. Aynı şekilde sıvılaştırılmış doğalgaz terminallerinde -162°C'deki sıvı doğalgazın yeniden gazlaşması için 4000 ila 12000 m³/saat'lik debi ile açık devre sistemi aracılığıyla su çekilerek, suyun sıcaklığı 3°C ila 10°C düşürülmekte ve deşarjı

yapılmaktadır. Bu derece sıcaklığı değişmiş sular termal bir atık olarak görölmektedir. Gerekli önlemler alınmadığı takdirde yüksek ısıl kirlenmeye neden olabilirler. Ayrıca tesislerin içerisinde mikroorganizma ve bitkilerin üremesine engel olmak amacıyla suya klor vb. katılması da ek bir çevresel tehlike durumu oluşturmaktadır.

Isıl değarj sonucu olması muhtemel termal kirlenme, sudaki canlıların metabolik faaliyetlerinin etkilenmesine (artması veya azalması) ve oksijenin suda çözünürlüğünün azalmasına neden olmaktadır. Ayrıca kullanılacak ısıl çevrim suyu denizden su alma hattı ile tesise pompalandığında bu alınan su kütlesinde bulunan canlılar fiziksel hasara uğramaktadır.

Su içerisinde yaşayan bazı canlılar çevresel sıcaklık değişimine dayanabilirken bazıları ise yüksek sıcaklıklara karşı çok hassastır. Isıl değişikliğe neden olan bir değarj durumunda sıcaklığa karşı dayanıklı olan türler diğer türlerin yerini almaya başlar. Bu tip sıcaklık değişimleri ani olmadığı sürece fazla zararlı olmayabilir. Ancak özellikle nükleer elektrik santrallerinde olduğu gibi sık aralıklarla olan devreden çıkma durumu gibi durumların değarj ortamında oldukça olumsuz etkiler olduğu bilinmektedir. Ani değişime ayak uyduramayan canlılar büyük zarar görmekte ve bu durum ısıl kirlenmenin en çok zarar verdiği hali olarak nitelendirilmektedir (Nemlioğlu, 2003).

Termal değişim yalnızca balıkların termal ölümüne yol açmakla kalmaz. Aynı zamanda canlıların solunum, metabolizma, gelişme, davranış ve üreme kapasitelerinde değişikliğe neden olabilir. Canlı bedeninde bu tip olumsuz durumların oluşmasıyla beraber bu canlıların toksik maddelere, parazitlere ve hastalıklara dayanımı zayıflar.

Su altı canlıların üreme özellikleri ele alındığında sıcaklığın oldukça önemli bir rol oynadığı görölmektedir. Balıklardan bazılarının ilkbaharda sıcaklık artarken, bazılarının ise sonbaharda sıcaklık düşerken yumurtladıkları bilinmektedir. Yükselen sıcak nedeniyle dişi balıklarda oluşan hormonal değişiklikler balığın yumurta dökmesini sağlar. Kabuklu hayvanlarda ise bu durum daha ani olmaktadır. Sıcaklığın artması ve kritik seviyeye ulaşmasıyla beraber birkaç saat içerisinde, canlı, yumurtlamaya başlamaktadır. Aynı şekilde sıcaklık balıkların yumurtlama süresinde de etkili olmaktadır. Örneğin, ringa balığı 28°C’de 47 gün içinde yumurtlarken 14,4°C’de bu süre 8 güne düşer. Aynı şekilde alabalık, 2,8°C’de 165 gün içinde yumurtlarken,

sıcaklık 12,2°C'ye çıkınca bu süre 32 güne düşmektedir. Yale Üniversitesi'nden Grace E. Picford'un gözlemlerine göre "Bazı kritik sıcaklık noktalarının altında veya üstündeki derecelerde bazı balık türleri hiç bir üreme yapmayabilir". Örnek verilecek olursa kırmızı alabalık 22,2°C ve üstünde yumurta geliştiremez. Sazan balığında 20°C ila 23,0°C sıcaklık arasında yumurtalarda hücre çoğalması önlenmektedir. Neomysis'te sıcaklık 7,2°C'yi geçince yumurta dökme olayı kesilmektedir. Bazı küçük kabuklu hayvanlarda ise sıcaklık 7,8°C'nin üzerine çıktığında sadece dişi yavru oluşumu gözlenmektedir (Nemlioğlu, 2003).

Üreme özelliklerinin yanında sıcaklık artışı metabolizmayı da etkiler. Sıcaklık artışı ile metabolizma hızı arasında bir doğru orantı vardır. Van't Hoff prensibine göre artan her sıcaklık derecesi için metabolizma iki katına çıkmaktadır. Metabolizma yükseldiğinde ise canlının oksijen ihtiyacı artmakta ve solunum hızı yükselmektedir. Toronto Üniversitesi'nde som balığı ile bir takım deneyler yapılmıştır. Bu deneylerde su sıcaklığı bu balıkların yaşayabileceği maksimum sıcaklığa çıkarıldığında, balıkların 4 katı kadar daha fazla oksijen tükettiği gözlemlenmiştir. Öldürücü olan 26°C'ye çıkarıldığında ise oksijen ihtiyacının durmadan arttığı belirlenmiştir. Göl alabalıklarının ise maksimum 15,6°C bulunmuş ve 25°C'de öldükleri anlaşılmıştır. İki canlıyla yapılan deneylerde de sıcaklık öldürücü noktaya gelene kadar bazal metabolizmalarında durmadan yükselme görülmüştür. Istakoz ve benzeri canlılarla yapılan deneylerde 4°C'de kalp atışlarının dakikada 30 vuruş, 22°C'de 125 vuruş ve 35°C'de 65 vuruşa geldiği ardından da öldürücü noktaya vardığı görülmüştür. 35°C'deki düşüşün nedeni sıcaklığın verdiği başlı ile hayvandaki zayıflama işaretidir.

Sıcaklık artışıyla beraber balıkların kanındaki hemoglobinin oksijen isteksizliği daha fazla oksijen taşınması ile ortaya çıkmaktadır. Sıcaklık artışı ile balıkların oksijen ihtiyacının artması sonucu balıklar daha az oksijen ile yaşamaya alışmışlardır. Sazan balığı 0,6°C sıcaklık altında her litre suda 0,5 miligram oksijenle yaşayabilirken, sıcaklık 35°C'ye çıkarıldığında bu miktar 1,5 miligram olmaktadır. Bazı balıklar 4°C'de litrede 1 ila 2 mg arası oksijene ihtiyaç gösterirken, 18,3°C'de bu miktar 3 ila 4 mg ve hatta 5 mg'ye kadar çıkabilmektedir (Nemlioğlu, 2003).

Suyun sıcaklığı aynı zamanda balığın iştahı ve sindirim oranlarının büyümesinde de etkisini gösterir. Değişen sıcaklık ile iştahın ayarlanması, yiyeceklerin vücut ağırlığına

dönüştürülmesi ve vücut ağırlığının artması ile yumurtlama gücü de çoğalır. Örneğin, kahverengi alabalığın yiyecek tüketme gücü 10°C ila 15,6°C arası en yüksek noktaya ulaşır. Bu durumda balığın aldığı yiyeceğin büyük bir oranı vücut fonksiyonlarının ihtiyacı olarak tüketilir.

Sudaki sıcaklık değişiminin bir başka sonucu ise balığın hareketlerinin değişimidir. Som balığı 15,6°C'de, 1,7°C'de yüzdüğünün iki katı kadar ve hızlı yüzmektedir. Ancak 15,6°C'den sonra sıcaklık arttıkça balığın hızında da düşme olmaktadır. Dere alabalığının ise 9,4°C ila 18,9°C arasında aktivitesi en aza düşer, 18,9°C ila 25°C arasında aktivite yükselmesi gözlenir. Devamında ise ölüm olayı meydana gelir. Yapılan laboratuvar araştırmalarında balıkların yüksek sıcaklarında hızlarındaki düşme ile beslenme yeteneğinde azalma görülmüştür. 17,2°C küçük balıkları takip etmesi azalmakta ve 21°C'de ise yiyecek yakalayamayacak hale gelmektedir.

Doğada balıklar su ısısı değişimlerine (eğer ki çok ani bir değişim değilse) uyum sağlamayı başarırlar. Özellikle sualtı canlıları yükselen ısıya, düşük ısıya alıştıklarından daha çabuk alışmaktadırlar.

Kuzey Amerika'da genellikle balıkların dayanabildiği sıcaklık derecesi 25°C ila 36,1°C'dir. Yüksek sıcaklık maruziyeti durumunda sinir sistemi ya da solunum sistemi, hücre protoplazmasının durması ile enzimlerin etkisiz hale gelmesine etki ederek ölüme yol açar. 1968 yılında ABD'de Cape Cod kanalında henüz yapılmış bir elektrik santrali denemesinde su sıcaklığı bir anda 26,7°C'den 35°C'ye çıkmıştır. Bunun sonucu olarak ringa balıklarının toplu ölümü gerçekleşmiştir. Benzer bir şekilde 1963 yılında Hudson Nehri üstünde bulunan Indian Point Nükleer Elektrik Santrali'nden çıkan bir ısının etkisi ile buraya gelen balıklar motorların gücüne kapılıp ölmüşler.

Yüksek sıcaklık artışı özellikle yaz aylarında bazı canlıların sayısının gereğinden fazla artmasına neden olmaktadır. Plakton artışı sonucu yüksek oksijen tüketimi sonrası sudaki oksijen miktarında büyük bir düşüş gözlenir. Nehir ağzında alglerin tomurcuklanmaya başlaması kabuklu hayvanların filtre organlarının tıkanmasına neden olur. Ayrıca denizanalarının fazlaca büyümesi ise yaşadıkları bölgelerin yüzme vb. sporlarda kullanılmasına engel teşkil eder. Isı ve kanalizasyon atıklarının bulunduğu

sulardan tutulan balıklar ise taşıdıkları bakteriler ile hastalık yapıcı özelliğe sahip olabilmektedirler.

Sudaki sıcaklığın düşmesi sonucu bitkisel su canlılarının fotosentez hızında da düşüş olduğu görülmüştür. Yapılan deneylerde *Skeletonema costatum*'un 8°C ve 2°C'de fotosentez hızının sırasıyla 20°C'ye göre %16 ve %40 ortaya çıkmıştır. Protozoa gibi tek hücreli canlılar ise sıcaklık azalması sonucu az üremekte, üreyememekte veya ölmektedirler.

Sıcaklık değişimi sürekli duruma geldiyse sucul ortamda yaşayan canlılar bazı durumlarda uyum sağlayabilmektedir. Ancak tesisin birkaç gün ısı işlemi durdurması sonucu ortam eski sıcaklığına dönebileceğinden bu canlıların yeniden eski sıcaklığa uyum sağlamaları gerekmektedir. Eğer tesis bu şekilde periyodik değişimlere gidiyorsa flora ve faunanın uyum göstermesi olanaksızdır.

Termal kirlenme yüzeysel sularda daha etkili olmaktadır. Özellikle akarsu ve haliçler bu yüzden daha fazla etkilenmektedir. Buralarda balık ölümleri, oksijen dengesi bozulması ve su bitkilerinin etkilenmesi söz konusu olmaktadır.

Denizel ortama soğuk suyun girmesi ile deniz canlıları da bu durumdan olumsuz olarak etkilenmektedirler. Soğuk su ortamında yaşayan deniz canlıları sıcak su ortamında yaşayan canlılardan daha azdır. Soğuk su ile karşılaşan canlılar ya göç ederler, ya ölürler ya da çoğalamamaya başlarlar. Bu yüzden soğuk suyun alıcı ortama kontrollü bir şekilde verilmesi gerekmektedir.

Tüm bu durumlar neticesinde ısı atıksu ister ortamdan sıcak ister de ortamdan soğuk sucul ortamı olumsuz bir şekilde etkilemektedir. Bazı durumlarda fazla bazı durumlarda az miktarda canlılığa zarar vermektedir. Bu tip durumlarla karşılaşılmasını için, atık ısı suyun yüzeyden verilmemesi, tek bir noktadan boşaltım yapılmaması ve ortam sıcaklığında oluşacak değişimin sınırlı tutulması gerekmektedir (Nemlioğlu, 2003).

2.4.2. Isıl Deşarjla İlgili Mevzuat

Su Kirliliği Kontrolü Yönetmeliği'nde (SKKY) termal deşarjlarla ilgili olarak birinci seyrelme sonunda ilk karışım bölgesi sonunda sıcaklık artışının yaz aylarında 1°C, kış aylarında ise 2°C'den fazla olmaması gerektiği belirtilmiştir. Ayrıca bu yönetmeliğe

göre deşarj hattı ile deşarj edilecek suların sıcaklığı 35°C'yi geçmemelidir. Su ürünleri yönetmeliğine göre, “su ürünleri istihsal yerlerine deşarj edilen, sıcaklığı alıcı ortam sıcaklığını, akarsularda 3°C'den fazla, deniz ve iç sularda 2°C'den fazla, bir (1) saatlik zaman aralığında yapılan ölçümlerde ise, 0,5°C'den fazla değiştiren atıksular alıcı suya verilemez”. Bu yönetmeliğe göre ayrıca eğer bir ortamda su ürünleri üretimi yapılıyorsa, bu ortama yapılan deşarjda maksimum klor konsantrasyonu (serbest) 0,01mg/l'yi geçmeyecek şekilde yapılmalıdır. Bunun yanında, Akdeniz'in Kara Kökenli Kaynaklardan Kirlenmeye Karşı Korunması Protokolü, Türkiye tarafından kabul edilmiştir. Bu protokol 22 Ağustos 2002 tarih ve 24854 sayılı Resmi Gazete'de 2002/4545 “Akdeniz'in Deniz Ortamı ve Kıyı Bölgesinin Korunması Sözleşmesi”ne, “Akdeniz'de Gemilerden ve Uçaklardan Boşaltma veya Denizde Yakmadan Kaynaklanan Kirliliğin Önlenmesi ve Ortadan Kaldırılması Protokolü”ne, “Akdeniz'in Kara Kökenli Kaynaklardan ve Faaliyetlerden Dolayı Kirlenmeye Karşı Korunması Protokolü”ne ve “Akdeniz'de Özel Koruma Alanları ve Biyolojik Çeşitliliğe İlişkin Protokol”e Katılmamız Hakkında Karar” olarak yayımlanarak kararlar yenilenmiştir.

Aynı şekilde “Karadeniz Deniz Çevresinin Kara Kökenli Kaynaklardan Kirlenmeye Karşı Korunmasına Dair Protokol” ile Türkiye'deki termal deşarj kontrolü ve sınırlandırılması belirlenmiştir (Öztürk, 1996).

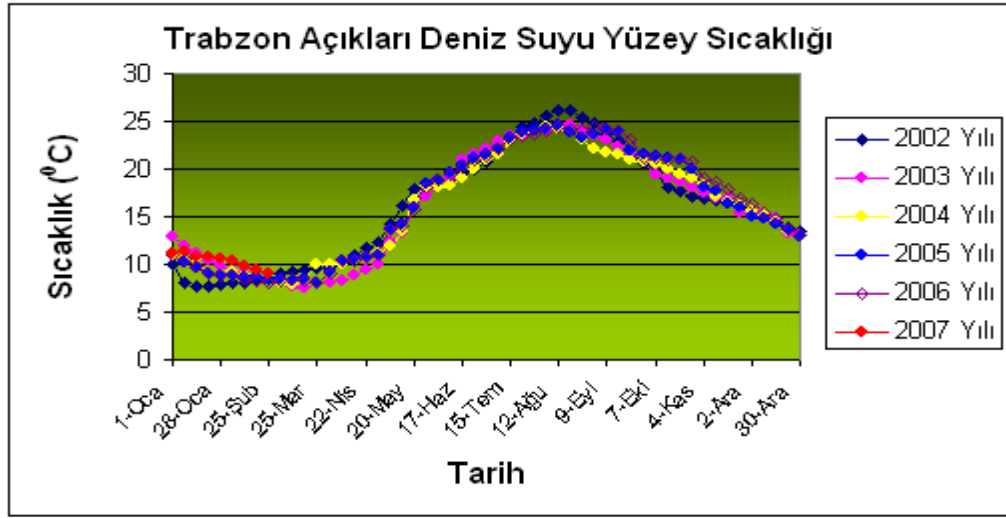
ABD'deki ısı deşarjla ilgili kriterler de benzer şekildedir. Buna göre denizde ortama göre sıcaklık değişimi kışın maksimum 2,22°C ve yazın ise 0,83°C olmalıdır. Değişim hızının ise her mevsimde 0,56°C/saat olması öngörülmektedir. ABD'de Temiz Su Yasası (The Clean Water Act) eyaletten eyalete değişiklik gösterebilmektedir. Örneğin New York eyaleti mevzuatında soğuk deşarjın kısıtlandığı hal yer almaktadır. Aynı şekilde ABD'de Federal Su Kirliliği Kontrolü Yasası ile ısı kirlilik önlenmesi gereken parametreler arasında gösterilmektedir. Buna göre termal çıkış suyu miktarı ve sıcaklık kontrol altında bulundurulmalıdır. ABD'deki Su Kalitesi Standartları mevzuatında ise ısı deşarjın sınırlandırılması öngörülmektedir. US EPA'nın su kalitesi kriterlerine göre ısı deşarj yapılırken suyun sıcaklığı alıcı ortamdaki canlılara göre yapılmalıdır. Sürekli sıcaklık değişiminden ziyade çok ani sıcaklık değişimlerinin etkili olduğu konusu belirtilmiştir. (Nemlioğlu, 2003).

Sıvılaştırılmış doğalgaz depolama tesislerinde gazlaştırma için kullanılan yaklaşık 5°C soğumuş su ile ilgili yapılması gerekli yayıcı boru tasarımı da yukarıdaki kriterler kullanılabilir. SKKY’de sıcak su ile ilgili yapılan kısıtlamalar, soğuk su için bulunmamaktadır.

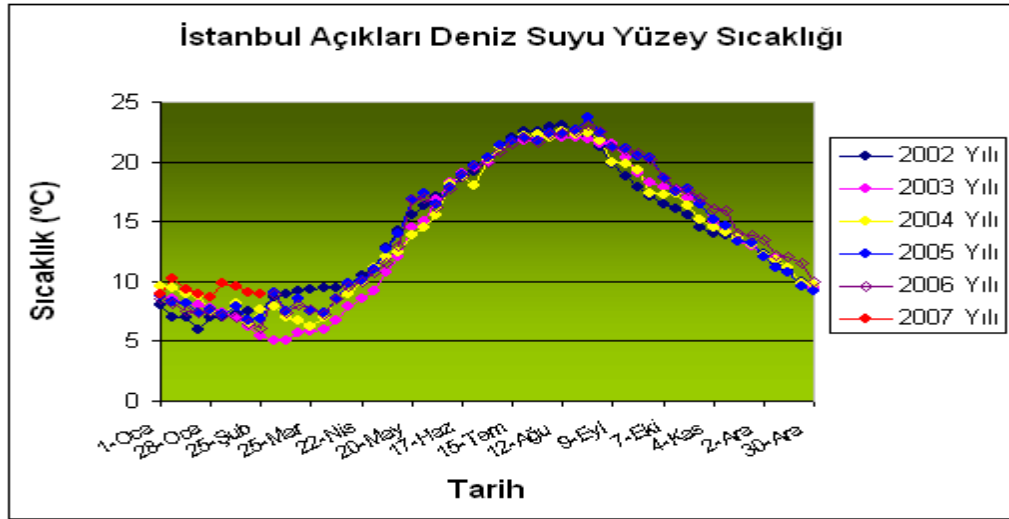
2.4.3. Isıl Deşarj Bakımından Türkiye Denizleri

Türkiye, üç tarafı denizlerle çevrili bir ülkedir ve haliyle denizlere olan kıyısı da oldukça fazladır. Bu yüzden ısıl deşarj için açık devre sistemlerinin kullanılması oldukça uygun düşmektedir. Denizlerdeki canlılığın korunması açısından ısıl deşarj yapıldığında yıllık sıcaklık değişiminin ne kadar olacağı bilinmesi gerekmektedir. Isıl deşarj söz konusu olduğunda genellikle kıyı bölgesi ele alındığından dolayı su yüzeyi sıcaklığı da bu konuda oldukça önemli parametrelerden birisidir. Çünkü bir denizin sıcaklık değişimin en fazla olduğu kısım yüzeyidir. Örneğin Karadeniz incelendiğinde yüzeyde 6,6°C ila 26,7°C arasında sıcaklık değişimi olduğu görülmektedir.

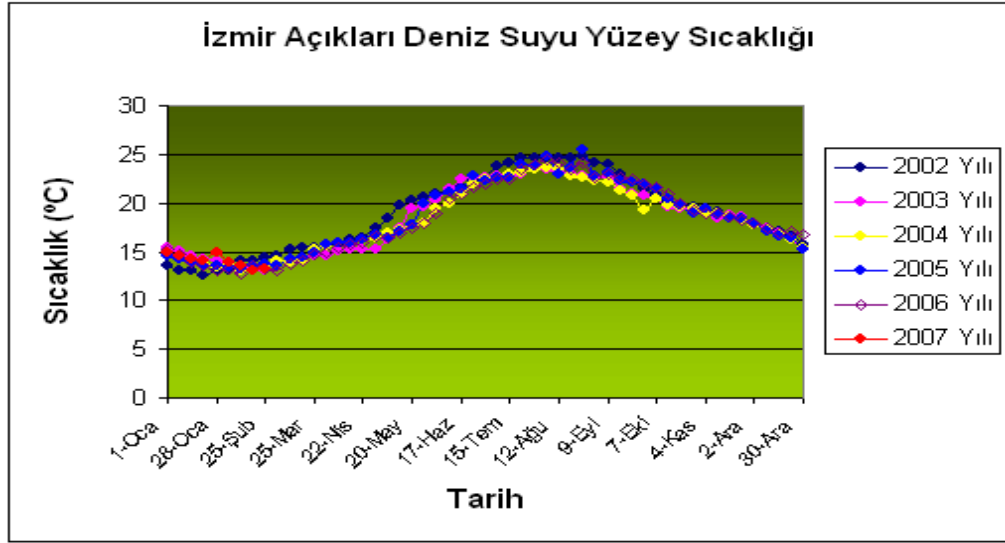
Şekil 2.18 ile şekil 2.21’de görüldüğü üzere 2002 yılı Türkiye denizlerindeki deniz suyu yüzey sıcaklık değişimleri Karadeniz’de (Trabzon) 6,5°C ila 25°C, Marmara Denizi’nde (İstanbul) 4,5°C ila 23°C, Ege Denizi’nde (İzmir) 12,5°C ila 24,5°C ve Akdeniz’de (Antalya) 16°C ila 27°C aralığında olduğu görülmüştür. Bu sonuçlar değerlendirildiğinde daha soğuk olan Karadeniz ve Marmara Denizi suları soğu deşarja ve daha sıcak olan Ege Denizi ve Akdeniz’in suları ise sıcak deşarja karşı daha hassas oldukları anlaşılmıştır. Bu durum ayrıca hava sıcaklığına göre değişmektedir. Kış aylarında soğuk deşarj ve yaz aylarında sıcak deşarjın daha büyük hassasiyeti olduğu görülmüştür. Bu gibi durumlarda alıcı ortamı korumak ve ekolojik dengesinin bozulmasını önlemek amacıyla deşarj yapılarından yararlanılması gerekmektedir (Nemlioğlu, 2003).



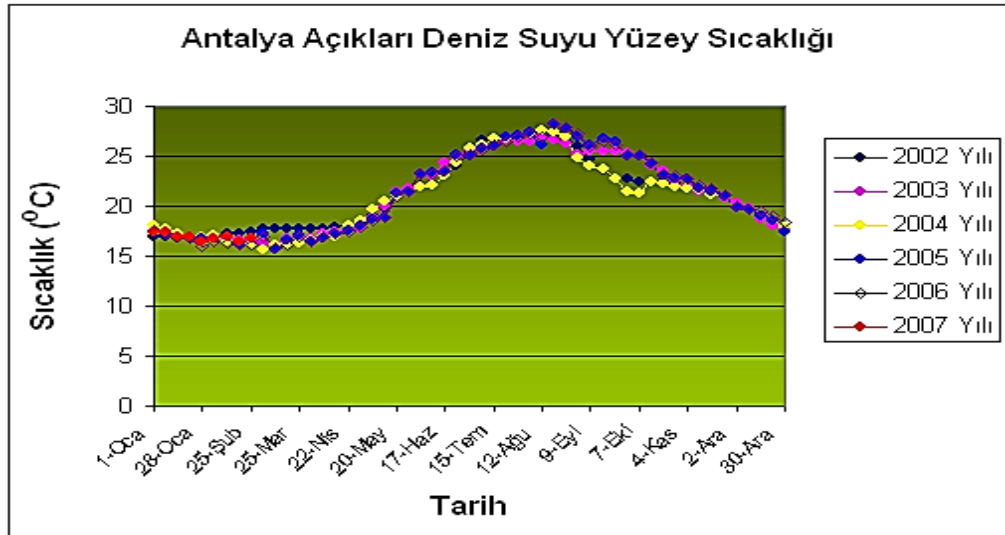
Şekil 2.18: Karadeniz (Trabzon) deniz suyu yüzey sıcaklığının zamana bağlı değişimi (Url-6).



Şekil 2.19: Marmara Denizi (İstanbul) deniz suyu yüzey sıcaklığının zamana bağlı değişimi (Url-6).



Şekil 2.20: Ege Denizi (İzmir) deniz suyu yüzey sıcaklığının zamana bağlı değişimi (Url-6).



Şekil 2.21: Akdeniz (Antalya) deniz suyu yüzey sıcaklığının zamana bağlı değişimi (Url-6).

2.4.4. LNG Terminallerinin Dünyadaki Konumu

Doğalgaz normal şartlarda boru hatlarıyla taşınabilmektedir. Ancak doğalgaz kaynağının bulunduğu nokta ile ulaştırılması istenilen nokta arasında boru hattı bulunmaması ve doğalgazın taşınabilir olması sebebiyle doğalgazın sıvılaştırılarak taşınması işlemi yapılmaktadır. Bu işlem için doğalgaz tesislerde yüksek basınç altında denizden alınan soğutma suyu ile soğutulmuş sıvılaştırılmış doğalgaz (LNG) haline getirilmektedir. Elde edilen sıvılaştırılmış doğalgaz tankerlere yüklenerek istenilen yere

taşınılabilmektedir. Ancak soğutma amacı ile kullanılan su soğuk su deşarjı yapılarak alıcı ortama geri gönderilmektedir. Öte yandan doğalgazın üretildiği yerlerde sıvılaştırılması (GTL) işleminde de deniz suyu kullanılarak sıcak su deşarjı yapılmaktadır.

LNG terminaller özellikle coğrafi açıdan boru hattı maliyetinin çok yüksek olduğu engebeli bölgeler ve denize çok kıyısı bulunan ülkelerde kurulmuştur. Özellikle bu konuda başı çeken ülke Japonya'dır (Nemlioğlu, 2003).

2.4.5. Deşarj Tesislerinin Geliştirilmesi İçin Yapılan Çalışmalar

Deşarj tesisleri, ilk olarak deniz veya okyanus ortamına evsel atıksu verilmesi amacıyla yapılmışlardır. Buradaki durum, yoğun tuzlu su ortamına, küçük yoğunluklu tatlı su verilmesidir. Bu alanda denize deşarj yapılarının tasarımı ile ilgili çalışma Rawn, Bowerman ve Brooks (1960) tarafından gerçekleştirilmiştir. Bu çalışmada bir deşarj tesisi tasarımı için gerekli olan kriterlerin çoğu ve formüller bulunmaktadır. Bu konudaki eşitliklerinde geliştirilmesi amacıyla Cederwall (1968) tarafından da çalışmalar yapılmıştır.

Bir deşarj tesisinin bazı standartları yerine getirebilmesi, çevresel kriterlere uygun olması gerekmektedir. Bunun için bazı parametrelerin bilinmesi veya tahmin edilmesi gerekmektedir. Bu parametreler, yapılan deşarj sonrası atıksu jetinin dairesel mi, çizgisel mi olduğu, çıkan atıksuyun jet mi, saçak mı şeklinde aktığı, jetin yüzücü olup olmadığı, alıcı ortamda tabakalaşma olup olmadığı ve deşarj edilen suyun bu tabakalar karşısındaki durumu, atıksuyun alıcı ortamda nasıl yayılacağı, deşarj edilen suyun ulaşabileceği son noktaların belirlenmesi, jet içerisinde kirlilik dağılımı ve seyrelmesi, girişim olmadığı durumlarda jet merkezinde oluşacak olan en düşük seyrelme miktarının belirlenmesi, yarık jet durumunda girişim yapan jetlerin merkezindeki minimum seyrelmenin belirlenmesi, akıntılı durumda açığa bağlı saçak hareketlerinin ve seyrelme etkileşiminin belirlenmesidir. Yayıcının ise bulunduğu bölgede zarar görmemesi için gerekli faktörler ise: Yayıcı içerisine akış durumu ve bu durumun engellenmesi, akışın, dalga, gel-git ve akıntılardan etkilenme durumunun belirlenmesi ve önleme teknikleri, aşırı debi gibi düzensiz debi durumları için kullanılacak olan yayıcı tiplerinin ve özel deşarj deliklerinin belirlenmesi, boruda oluşabilecek

çökeltilerin engellenmesi, boru hattının sabit ve dayanıklı olması, boru malzemesinin korozyona karşı koyabilmesi gibi konulardır.

Deşarj yapılarının düzgün çalışabilmesi açısından öncelikle iç hidroliğin incelenmesi gerekmektedir. Tüm deşarj deliklerinde akışın sağlanması, deniz suyunun kullanılmayan deşarj deliklerinden akarak tıkanmaya neden olabileceğinden önemlidir. Bu gibi durumların önüne geçilmesi için bazı çalışmalar gerçekleştirilmiştir. Nemlioğlu tarafından ve Berkün ve Nemlioğlu (1996) tarafından ilk delikteki toplam yük, yayıcı boru iç yüzeyi pürüzlülüğü ve eğimden kaynaklı değişimlerin iç hidroliği etkileme durumları teorik olarak incelenmiştir. Yine Berkün ve Nemlioğlu (1995) tarafından, yayıcı borudan evsel atıksu akıtılması durumunda değişen pürüzlülük parametresinin hidrolik etkileşimi incelenmiştir. Bu durumun çeşitli hatalara neden olabileceği belirtilmiştir. Nemlioğlu tarafından tasarım ve yapım aşamasında oluşabilecek hatalar belirtilmiştir. Nemlioğlu ve Berkün (1996) tarafından ise deşarj tesisinin deşarj tesisinin kuruluş aşamasında, yayıcıya gelen debinin planlanandan az olması durumunda olabilecek olumsuz koşullar incelenmiştir. Yine Nemlioğlu tarafından, delik tipinin değiştirilmesiyle beraber hidrolik verimi düşük olan tesislerde, kullanım ömrünün önemli ölçüde artırılabilceği belirtilmiştir (Nemlioğlu, 2003).

Özellikle termik santraller ile nükleer elektrik santrallerinin açık devre soğutma sistemleri ile alıcı ortama sıcak su deşarjı yapılması nedeniyle ilk çalışmalar daha çok sıcak su deşarjı alanında gerçekleştirilmiştir. Isıl kirlenmenin bir çevre sorunu teşkil etmesi nedeniyle ısıl suyun deşarjı ile ilgili çalışmalar yapılmıştır. Isıl deşarjda, deşarj edilen su genellikle alıcı ortamında yüzeyinde kaldığı için ilk etapta akarsu ve diğer alıcı su kütlelerinin akıntı halinde yüzeyindeki su ısıtılarak davranışlar ele alınmıştır. Zeller, Hoopes ve Rohlich (1971) tarafından kararlı yanal akıntı durumunda ısıtılmış yüzey jetleri, Sharp (1972) tarafından yüzen yüzey deşarjının kararsız dağılımı, Motz ve Benedict (1972) tarafından ise ısıl deşarjlar için yüzey jet modeli üzerinde çalışılmıştır. Ancak her deşarj yapısı farklı ortamlarda olduğundan dolayı her deşarj tesisi için ayrı model çalışması ve/veya arazi ölçümlerinin gerçekleştirilmesi gerekmektedir. Bu konudaki çalışmalar arasından termik santral deşarj tesisleri için Yurteri'nin ve Parr ve Sayre'nin (1992) çalışmaları örnek olarak gösterilebilir. Jirka (1991) tarafından yapılan çalışmada ise, sıcak su deşarjında çizgisel jet halinde gerçekleştirilen yayıcılar

incelenerek, delikleri yayıcıya dik olan klasik yayıcı tipinin, alıcı ortamı akıntılı olan durumlarda en iyi seyrelmeyi sağladığı gösterilmiştir. Yine Jirka tarafından (1991), evsel atıksu için geliştirilen yayıcı sistemlerine göre elde edilen verilerin, yayıcıdan akış tahmini yapılmasına yardımcı olabileceği belirtilmiştir.

Pozitif yüzen atıksuların alıcı ortamının sınırlandırılmış deşarjı ile ilgili olarak Fry ve Adams (1983) tarafından bir çalışma gerçekleştirilmiştir. Bu çalışmada homojen bir alıcı ortama verilen yoğun soğuk su jetlerinin çökmesi incelenmiştir. Isıl deşarj, evsel atıksu deşarjına göre daha sık ortamlarda gerçekleştirildiğinden dolayı, jetin hareketinin önce engellenmemiş ve daha sonra ise sık ortamlarda engellenmiş davranışının belirlenmesi, böylelikle kirliliğin nereye yayıldığı ve ne kadar seyreltiğinin anlaşılması gerekmektedir. Sharp ve Moore (1987) tarafından yapılan bir çalışmada yüzen deşarj sularının akıntılı ortama verilmesi durumunda seyrelmesi tahmin edilmiştir. Davidson ve Pun (2000) tarafından durgun ve hareketli alıcı ortamlarda deşarj edilen su kütlesinin yörüngesi üzerinde çalışılmıştır. Fernando, Johnstone ve Zangrando (1991) tarafından türbülanslı karışan yatay deşarj edilmiş olan jetlerin tabakalı alıcı ortam durumundaki davranışları incelenmiştir. Rajaratnam ve Langat (1995) tarafından ise yanal akıntı bölgelerinde türbülanslı dairesel jetlerin çizgisel olarak karıştığı, karışım bölgeleri belirlenmiştir. Bemporad (1994) ise, tabakalı ve akıntılı alıcı ortamdaki dairesel yüzen jetin benzeşimini gerçekleştirmiştir.

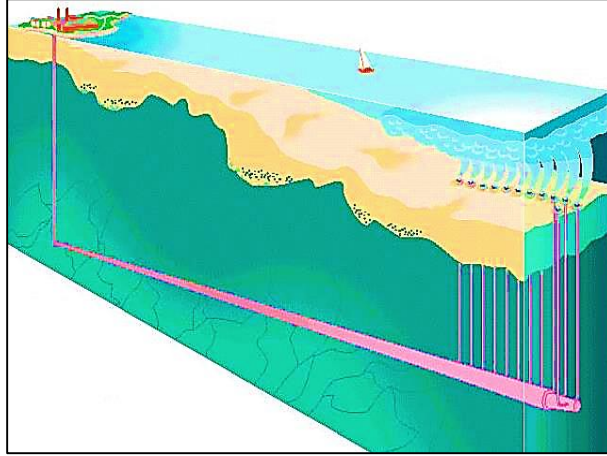
Deşarj koşulları çok çeşitli olmasının yanında, özellikle akarsu gibi mevsimsel akış değişiklikleri olan alıcı ortamlarda modelde belirlenen akış değerleri ile gerçek ölçümler arasında farklılıklar ortaya çıkabilmektedir. Bu durumda kararsız haldeki atıksu kütlesinin davranışları tahmin edilmelidir. Anwar tarafından (1992), kararlı ve kararsız akıntılar için bu belirsiz yüzeysel saçak dağılımı ısı koşullarda belirli hale getirilmeye çalışılmıştır. Bu tip çalışmalarda genellikle yayıcı yakınındaki verilerden yararlanılsa da, Blumberg, Ji ve Ziegler (1996) tarafından uzak bölge çevrinti modeli kullanılmış ve deşarj tesisi modellemesi için farklı bir yaklaşım izlenmiştir. Uzak etkileşimi ile ilgili bir diğer çalışma da Mendez-Diaz (1996) ve Jirka tarafından derinliğin fazla olduğu ve akıntılı ortamlar için yapılmıştır. Isaacson, Koh ve Brooks'un (1975) çalışmasında ise, deşarj tesisinden çıkan jetlerin model deneyleri ve seyrelme sonuçlarına göre model geliştirmenin mümkün olduğu gösterilmiştir.

Atıksu deşarjında öncelikle jetlerin girişim yapmadan tekil olarak yüksek seyrelme seviyelerine ulaşması tercih edilmelidir. Bu yüzden jetlerin ayrı olduğu durumlar için jet davranışlarının belirlenmesi gerekmektedir. Bu nedenle Jirka ve Doneker (1991) tarafından tek delikten deşarj edilen jetlerin hidrodinamik sınıflandırılması için çalışılmıştır. Ayrıca, Jirka ve Akar (1991) tarafından da çok delikli yayıcı deşarjları incelenerek bu konu pekiştirilmiştir (Nemlioğlu, 2003).

2.5. DEŞARJ TESİSİ VE YAYICI

2.5.1. Deşarj Tesisinin Genel Yapısı

Atıksuyun, alıcı ortamda seyrelmesi için gerekli olan şey atıksuyun olabildiğince fazla alıcı ortam suyu ile karışmasıdır. Deşarj şeklinin oluşmasında atıksuyun verilmiş şekli de etkilidir. Bunu sağlamak için de açık bir boru ağzından çok büyük tekil bir delikten gerçekleştirilebildiği gibi, kutu kesitli (Nemlioğlu, 2003) veya yarıklı şeklindeki bir veya birden fazla delikle de gerçekleştirilebilmektedir. Ancak, deşarj edilen atıksu kütlesinin merkezinde en fazla kirlilik konsantrasyonu oluşarak alıcı ortam suyu ile karışım bu bölgede gerçekleşemediği için seyrelmesinin kolaylaştırılması gerekir ve deşarj tesislerinden yararlanılır. Atıksu deşarjının başlıca amacı büyük bir alıcı su kütlesi içinde çıkış suyunun karışmasıdır. Sadece açık ağızlı deşarj yeterli karışmayı sağlayamadığından pek çok araştırmacı tarafından atıksuyun etkin bir şekilde seyreltilmesi için “yayıcı” (difüzör) geliştirilmiştir (Grace, 1978). Şekil 2.22 'de (Massachusetts Water Resources Authority, 2000) ana borusu tünel olan bir deşarj tesisinin genel görünümü ve Şekil 2.23'te (CORMIX, 2009) yükseltici borulu bir yayıcı detayı verilmiştir. Şekil 2.24'te deşarj tesisinin genel görünümü ve yayıcı detayı verilmiştir.

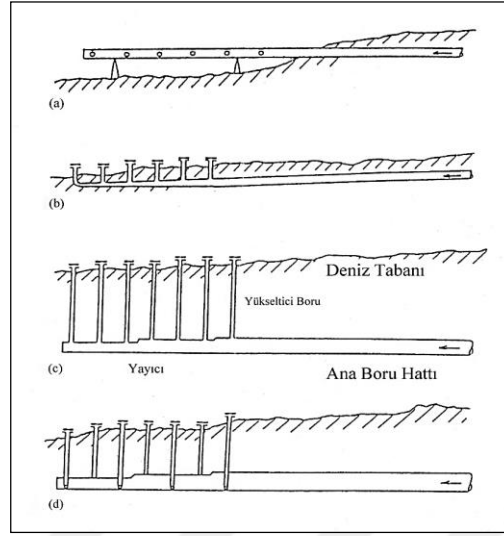


Şekil 2.22: Bir deşarj tesisi ve yayıcısının şematik çizimi (tünel şeklinde okyanus derin deşarjı tesisi, (Boston, Massachusetts, 2000).



Şekil 2.23: Bir deniz deşarjı yayıcısı (yükselticili) (CORMIX, 2009).

Yayıcı, çoğunlukla sabit çaplı bir dizi deliği genellikle yan yüzlerin birinde veya her iki tarafında bulunan deşarj boru hattının sonunda bulunan çok delikli bir borudur. Yayıcı boru çapı ve delik büyüklükleri boru boyunca her delikten eşit debilerin çıkışını sağlayacak şekilde düzenlenmiştir ve aksi belirtilmedikçe daireseldir. Yayıcı, bir dizi “deşarj deliği” (nozül: özel şekilli delik) aracılığıyla deniz vb. alıcı su ortamına atıksuyun boşaltılmasını sağlar (Nemlioğlu, 2003).



Şekil 2.26: Dört tip yükselticisiz ve yükselticili deşarj tesisi yayıcı borusu düzenlemesi (Nemlioğlu, 2003).

2.5.2. Yayıcı Tasarımı

Yayıcılar, atıksu deşarjlarının yeterli seyrelme değerlerine ulaşabilmesi, deşarj borusundaki delik ya da yükseltici düzenlemeleri ve hidrolik parametrelerin hesaplanabilmesi için tasarlanmaktadır (Roberts ve diğ., 2010).

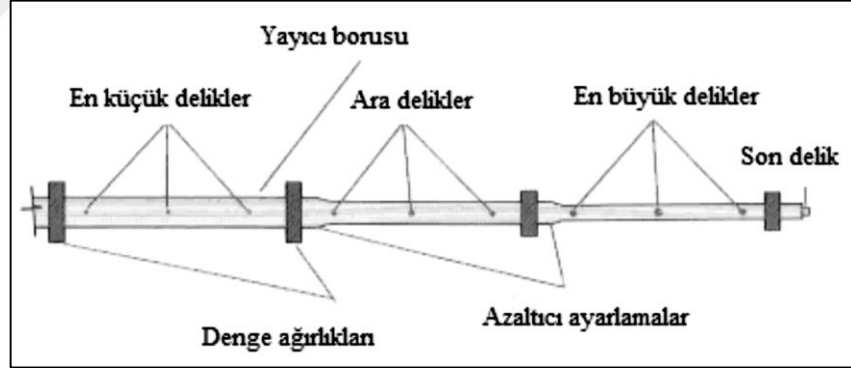
Yayıcı tasarımının ana hedefleri:

- Her bir delikten belli oranlarda üniform debi miktarının çıkışını;
- Yayıcı içerisine deniz suyu girişini engelleyerek, deniz organizmalarının büyümesinin önüne geçmek;
- Silt, kum gibi sucul sedimentlerin girişini önlemek;
- Atıksuların yayıcı içerisinde tıkanmasını engellemek. [Şekil 2.27 (Butler ve diğ., 2003)], [Şekil 2.28 (Roberts ve Williams, 1992)].



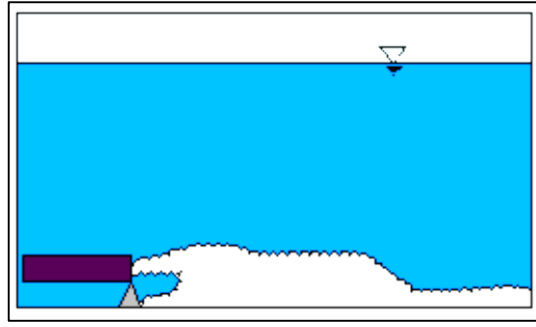
Şekil 2.27: Kağıt endüstrisi atıksularının yayıcıyı tıkaması (Butler ve diğ., 2003).

Burada sıralanan hedeflerin gerçekleştirilebilmesi için (Brooks ve diğ., 1960) deniz suyunda atıksuların bertarafı için geliştirdiği yayıcı hidrolik hesap tablosu kullanılmıştır. Bu hesap tablosundan gerekli hidrolik parametreler hesaplanarak yayıcı tasarımı yapılmıştır [Şekil 2.28 (Roberts ve Williams, 1992)].



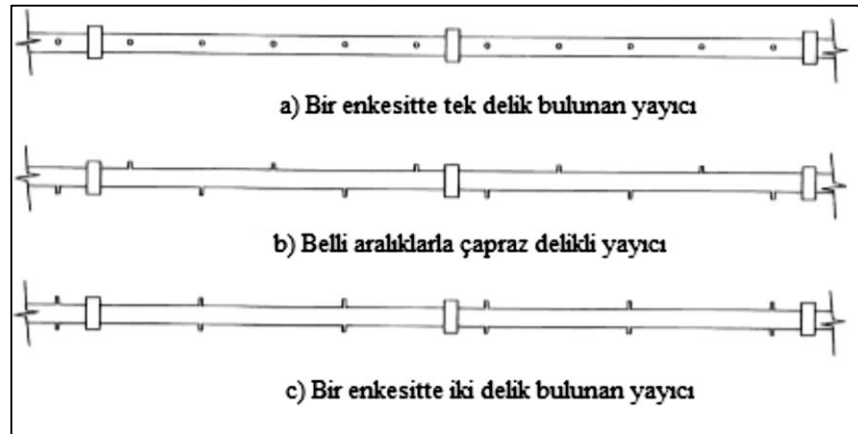
Şekil 2.28: Tipik yayıcı örneği. (Roberts ve Williams, 1992).

Uygun tasarım ve yerel koşullarla birlikte atıksu deşarjı dikkate alındığında yoğunluk tabakalaşması [Şekil 2.29 (Darama, 2009)] olan bir alıcı suyun tek özelliği çıkış suyunun asla su yüzüne ulaşmayabileceğidir. Böyle durumlarda batmış bir atıksu tarlası oluşur. Çıkış suyunun daha derindeki alıcı ortam suyuna karışması nedeniyle, karışmış çıkış suyu ile alıcı ortam suyu yoğunluklarının eşit olduğu ara bir derinlikte batık çıkış suyu tarlası oluşur. Yükselen bir jet veya saçak, bu seviyeyi aşar aşmaz sonrasında sahip olduğu daha büyük bağıl yoğunluk nedeniyle çöker ve sonunda bu derinlikte dağılır.



Şekil 2.29: Atıksu deşarjı yoğunluk tabakalaşması. (Darama, 2009).

Atıksuların denize deşarjında açık ağızlı bir boru yerine yayıcı [Şekil 2.30 (Daviero ve Roberts, 2006)] kullanılmasının nedeni, yüzeye doğru yükselen yüzen bir jetin birinci seyrelmesinin daha fazla olmasıdır. Açık denize bakan bir sahil durumunda, atıksu bulutu yayılmadan ve/veya akıntılarla başka bölgelere sürüklenmeden önce çıkış suyunun yüksek bir birinci seyrelmeye ulaşması istenir. Suyu az olan bir haliç ele alındığında, ilk seyrelme ne olursa olsun çıkış suyu er ya da geç haliç boyunca düzgün yayılı (üniform) dağılacağı için yüksek bir ilk seyrelme düzeyi çok önemli olmayabilir (Nemlioğlu, 2003).



Şekil 2.30: En kesitlerindeki delik konumlarına göre örnek yayıcı plan görünüşleri (Daviero ve Roberts, 2006).

Bir deniz deşarjı sistemine giren atıksuyun geçtiği aşamalar 6 bölüme ayrılır:

- Boru ve yayıcı içinde akış,
- Delikten kısa bir uzaklıkta bulunan (yaklaşık delik çapının 6 katı kadar) “akış oluşum bölgesi”nde jet akışı,

- Seyrelmiş atıksuyun alıcı suyun yüzeyine doğru yükselirken “oluşmuş akım bölgesi”ndeki akışı,
- Ya batık ya da deniz yüzeyinde veya yüzeyine yakın homojen bir atıksu tarlası gelişimi,
- Çıkış suyunun arta kalan yüzücülüğünden (yüzen dağılım) ötürü alıcı su ortamının yüzeyinde seyrelmiş çıkış suyunun taşması,
- Yayılma veya taşınım gibi deniz hareketleri nedeniyle atıksu dağılımı (dispersiyon).

2.5.3. Jetler Ve Saçalar

Çoğunlukla jet ve saçak terimleri aynı anlamı olarak kullanılır. Böyle kullanılmasına rağmen, aslında biraz farklı anlamlıdırlar. “Jet” terimi, ortama göre yüksek bir hızı ifade ederken, diğer taraftan “saçak”, küçük veya olmayan momentumu ancak dalgalı bir bulut gibi saçılmayı veya sadece yüzücülükten ötürü yükselmeyi belirtir. Gerçekte, çoğu deşarj bir jet olarak noktasal bir kaynaktan başlar, ancak sürüklenmiş ortalama momentumunu çabucak kaybederek deşarj noktasından kısa bir uzaklıkta saçak haline gelir.

Eşitlik (2.3) gösterdiği gibi, jetin momentumunun yüzücülüğe oranı, çoğunlukla bir büyüklük parametresi olarak kullanılır. Bu oran, boyutsuz bir terim olan yoğunluksal Froude sayısıdır. Deşarj şartları düşünülerek dairesel bir delikten deşarj aşağıdaki gibi ifade edilir (Davis, 1999):

$$F = \frac{u_{o(ort)}}{\sqrt{g \times d \times \left(\frac{\rho_a - \rho_0}{\rho_a} \right)}} \quad (2.3)$$

Burada, u , hız; d , delik çapı; g , yerçekimi ivmesi; ρ_0 atıksuyun yoğunluğu ve ρ_a alıcı ortam yoğunluğudur (Roberts, ve diğ., 1997).

Evsel atıksular, deşarj edildikleri deniz ortamından (alıcı ortam) daha hafif olduğundan dolayı deşarj edildikten sonra yükselme eğilimine girmektedir. Yüzdürme etkilerinin birincil öneme sahip olduğu bu tip atıksular için “saçak” (plume) terimi kullanılmaktadır. Ancak eğer karışma işleminde momentum (hız) daha önemli ise bu

durumlarda “jet” terimi kullanılması tercih edilmektedir. Jet ise belirli bir yörüngede ilerledikten sonra saçak halini almaktadır.

Atıksu, alıcı ortama verildiğinde ortamdaki su ile karışmaya başlar. Böylelikle seyrelme gerçekleşir. Örneğin, 1000ml temiz deniz suyuna 10ml suda çözünebilir bir sıvı eklenirse bu sıvının seyrelmesi 1001:1 olur veya seyrelmesi 101’dir denir. Saçak veya jetin merkez ekseninde yer alan kısmının seyrelmesi, diğer bölgelere oranla daha zordur. Bu yüzden temkinli bir yaklaşım olarak denize deşarj edilen atıksuyun seyrelmesi, bu atıksuyun merkezindeki karışım olarak ifade edilmektedir.

Bir yüzen jetteki seyrelme, teorik olarak, dairesel bir jet için, merkez eksenindeki değerin 1,74 katı ve iki boyutlu (çizgisel veya yarı) jet için ise merkez eksenindeki değerin katıdır. Yayıcının yanında bulunan bir dizi delikten çıkan jetler birleşme eğilimi gösterirler. Ancak jetler belirli bir değeri aşması koşuluyla ayrı kalarak varlıklarını sürdürebilirler. Şekil 2.31’de (Wood ve diğ., 1993) bir dizi nokta kaynak olan jetlerin birleşmesi görülmektedir.

Bir jet veya saçığın deşarj edildiği alıcı deniz suyu başlıca iki grup halinde sınıflandırılır: 1- Durgun veya hareketli; 2- Sabit yoğunluklu veya derinlikle artan yoğunluklu. Homojen ve doğrusal yoğunluklu tabakalaşma durumları için üç boyutlu veya iki boyutlu jetlerin alıcı durgun alıcı ortamdaki karışımları ile ilgili çözümler deneysel olarak doğrulanmıştır. Bunun dışında bazı sonuçlar hareketli alıcı su ortamı için bulunmuş, bazıları çalışmalar ise değişen yoğunluk tabakalaşmasına sahip alıcı ortam durumu için yapılmıştır.

yöntemleri ana hatlarıyla ortaya konulmuştur. Bu çalışmada sunulan işlemler (Brooks, 1970) genel hesaplama kalıbı ile aynıdır.

Yayıcı tasarımında toplam çıkış suyu debisinin yayıcı boyunca çeşitli deliklerden eşit olarak akması gerekir. Ancak bu şartın sağlanması neredeyse imkansızdır çünkü yayıcıya gönderilen debinin değişkenliği ve su derinliğinin değişken olması sonucunda ortam basıncının da derinlikle değişim göstermesi yayıcı boyunca debi farklılıklarına neden olur. Bu nedenlerden dolayı düzgün bir atıksu debi dağılımının olabilmesi için uygulamada çok az olasılık vardır, dağılımı elde etmek oldukça güçtür. Ancak, yayıcı eğer sabit bir derinlikteki ortamda uzatılırsa bu durumda tüm delikler üzerindeki dış basınç eşit olmuş olur.

Yayıcı boyunca bütün derinliklerde düzgün bir debi dağılımının sağlanması önemli bir zorunluluktur. Ancak bu sağlanması gereken tek kriter değildir. En az 3 hidrolik kural daha vardır:

1. Akıntıyla taşınan katı maddelerin yayıcı içine birikiminin önlenmesi için yeterli akış hızı sağlanmalıdır. Pratikte konuşmak gerekirse, düşük debiler için bunu sağlamak çok zor gözükmektedir. Bu düşük akış hızlarında 0,6 ila 0,9 m/sn aralığında maksimum debiler için sağlanmalıdır. Bu hız aralığı düşük debiler sırasında biriken herhangi bir maddeyi sökmek içindir. Sökebilecek akış hızı, kesin konuşmak gerekirse, atıksuyun arıtılma seviyesinin bir fonksiyonudur.
2. Toplam hidrolik kayıp en düşük seviyede olmalıdır. Boru ucundaki basınç enerjisi seviyesi ve pompalama miktarı en aza indirilmelidir. Eğer sistem pompa içerirse, burunda enerji kullanımı, işletme ve bakım masrafları gibi zorunluluklar ortaya çıkar.
3. Deşarj yapılırken tüm delikler tam dolu olarak yapılmalıdır. Yani, yayıcı kullanılırken herhangi bir delikten içeriye deniz suyu akışı olmamalıdır. Bunu sağlamak için tüm derinliklerde $Fr > 1$ şartı sağlanmalıdır (Brooks, 1969).

Eşit delik akışı gereksiniminin yeterli olmasıyla ilgili iki önemli konu ve yukarıdaki üç gereklilik deneysel araştırmalarla ortaya çıkarılmıştır:

1. Kıyıdan uzaklaştıkça bir veya daha fazla adımda yayıcı boru çapının daraltılmalıdır.

2. Kıyıya uzaktan itibaren borudaki delik alanları toplamı yayıcı boru en kesit alanının 1/2 ila 2/3'ünü aşmamalıdır.

Bu durum mümkün değilse, tüm deliklerde eşit akışlar olması adına, en uzaktaki deliklerde minimum akışlar olacak şekilde (ilk üç kriterdeki 1 numaralı koşul) daha yüksek debilerin olması daha iyidir. (Nemlioğlu, 2003).

2.5.4.3. Dışa Akış

Özgül ağırlık ve sıvı yoğunluğu γ ve ρ ile ifade edilmektedir. Aşağıda bulunan anlatımlar boyunca “d” alt indisi deşarjı(atıksu) belirtmek amacıyla kullanılmıştır. “a” alt indisi ise alıcı ortamı ifade etmektedir (su sütunu boyunca yoğunluğun sabit olduğu varsayılmıştır).

Atıksuyun denize deşarjında önemli bir terim aşağıdaki gibidir:

$$g'_o = \left(\frac{\gamma_a - \gamma_d}{\gamma_a} \right) g \equiv \left(\frac{\rho_a - \rho_d}{\rho_a} \right) g \quad (2.4)$$

Burada, g yerçekimi ivmesidir. Yerçekimi ivmesi, bir vakum içerisinde düşen bir kütlenin g kadar ivmelenmesine benzetilebilir. g'_o büyüklüğü ise sürtünme direnci olmayan bir sıvı içerisinde geçebilecek yüzen bir cismin yukarı doğru ivmelenmesiyle ilişkilidir.

Çıkış suyu, bir deliğin d_o minimum çapından (alanı a_o) alıcı suya geçer. $0 < C_c \leq 1$ olan bir C_c büzülme katsayısı ile orantılı, a_o 'dan küçük, minimum alanı a_e olan delikten geçen bir sıvı kavramı akışkanlar mekaniğindeki yaygın bir kavramdır. Sonuç olarak:

$$a_e = C_c a_o \quad (2.5)$$

Eşitlik (2.5)'nin iki alanın çapları cinsinden ifadesi aşağıdadır:

$$d_e = \sqrt{C_c} d_o \quad (2.6)$$

Delikten geçen deşarj debisi:

$$Q_o = u_e a_e \quad (2.7)$$

Burada u_e minimum jet alanı bölgesinde büzüşmüş delikteki ortalama jet hızıdır. Etkin yoğunluksal Froude sayısı aşağıdaki gibi tanımlanır:

$$F_e = \frac{u_e}{\sqrt{g'_o d_e}} \quad (2.8)$$

Yoğunluksal Froude sayısı aşağıdaki gibi tanımlanır:

$$F_o = \frac{u_o}{\sqrt{g'_o d_o}} \quad (2.9)$$

Burada:

$$u_o = q_o / a_o \quad (2.10)$$

Parametre tanımları aşağıdadır:

$$B'_e = \frac{h / d_e}{F_e^2} \quad (2.11)$$

Burada h su derinliğidir. Daha sonra:

$$B'_e = \frac{1}{2} \left(\frac{\Delta m g'_o h}{\frac{1}{2} \Delta m u_e^2} \right) \quad (2.12)$$

Eşitlik 2.12'deki , yüzen kütlelerin potansiyel enerjisinin kinetik enerjisine olan oranıdır. Bu parametre ile atıksuyun jet benzeri mi yoksa, saçak benzeri mi olduğu anlaşılabilir. değeri saçakta büyük değerlerde olduğu görülmektedir.

parametresi alışlageldiği üzere, atıksuların deniz deşarjlarında biraz değiştirilmiş olarak aşağıdaki şekilde isimlendirilir:

$$B_e = \frac{h / d_e}{F_e} \quad (2.13)$$

B'_e 'nde olduğu gibi B_e 'nin büyük değerleri saçaklarla ve küçük değerleri jetlerle ilgilidir.

B_e 'ye benzer olarak aşağıdaki parametreyi belirlemek uygundur:

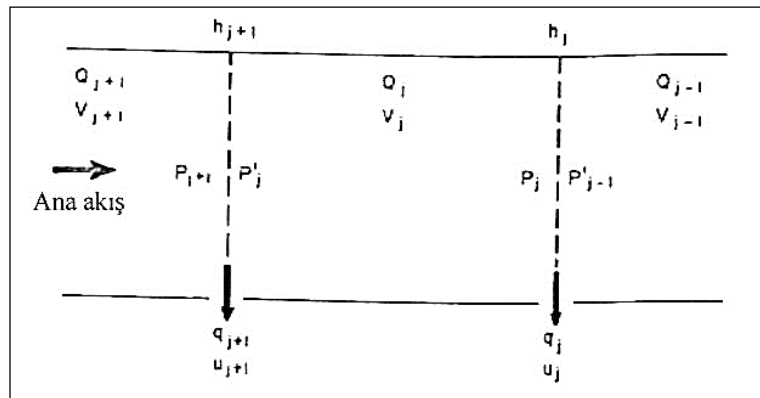
$$B_o = \frac{h/d_o}{F_o} \quad (2.14)$$

Liseth, ABD'nin Pasifik Okyanusu kıyılarında yapılan deniz deşarjları hakkında F_o 'nun, genellikle 10-30 aralığında değiştiğini ve üst değerinin ise 40-50 arasında olduğunu belirtmiştir. Delik arası ortalama uzaklık l 'dir. Ayrıca yine aynı bölgede h/d_o parametresinin 100-700 aralığında olduğu ve h/l aralığının 2-75 arasında değiştiği belirtilmiştir. B_o parametresi ise 15-18 arasında değişmekte maksimum olarak 20'ye çıkmakta olduğu görülmüştür.

2.5.4.4. Temel Eşitlikler

Yayıcı delikleri kıyıya en uzaktaki noktadan başlanılarak sırayla numaralandırılmalıdır. Aşağıdaki "j" indisi bu amaçla kullanılmıştır. j numaralı deliğin çapı d_j ve bu noktadaki boru çapı D_j 'dir. Bu çapların alanları ise a_j ve A_j 'dir. Delikler arası uzaklık ise l ile gösterilmektedir.

j numaralı deliğin su kaynağı tarafındaki boru debisi Q_j ve bu delikten geçen debi q_j 'dir. Buradaki debilerin hızları sırasıyla V_j ve u_j 'dir. j numaralı deliğin su kaynağı tarafındaki boru içi ortalama basıncı p_j 'dir. Bu değişkenler Şekil 2.32' de gösterilmiştir. (Nemlioğlu, 2003).



Şekil 2.32: Ardışık yayıcı deliklerinin hidrolik parametreleri (Nemlioğlu, 2003).

“j” no’ lu numaralı deliğin üzerindeki su sütunu yüksekliği h_j ’dir. Yataydaki referans düzlemi deniz yüzeyi olarak alınırsa herhangi bir deliğin deniz seviyesinden yüksekliği $- h_j$ ’dir. Bu derinlikteki ortam basıncı, o derinlik üzerindeki suyun özgül ağırlığı sabit varsayılarak $\gamma_a h_j$ ’dir ’dir; ancak, genel halde basınç p_{aj} ile ifade edilecektir.

2.5.4.5. Debi İncelemesi

Akışkanlar mekaniğindeki mekanik enerji; potansiyel enerji, kinetik enerji ve basınç enerjisidir. Ancak bu enerjiler bu şekilde dikkate alınamazlar. Dikkate alınan hali birim ağırlık başına düşen enerji veya hidrolik yüküdür. Yani bu enerjiler sırasıyla referans yüksekliği, hız yüksekliği ve basınç yüksekliği olarak belirtilir. Bu üç terimin toplamı da toplam hidrolik yüküdür.

Enerji eşitliği, başlangıçtaki toplam hidrolik yükünün, son toplam hidrolik yük ve yük kaybının toplamına eşit olması şeklindedir.

Çok delikli boru (yayıcı) içinden j no’lu delikten deniz ortamına doğru dışarı akış durumu düşünüldüğünde enerji eşitliği aşağıdaki şekilde yazılabilir:

$$-h_j + \frac{V_j^2}{2g} + \frac{p_j}{\gamma_d} = -h_j + \frac{u_j^2}{2g} + \frac{p_{aj}}{\gamma_d} + k_1 \frac{u_j^2}{2g} \quad (2.15)$$

Burada g yerçekimi ivmesi, k_1 boyutsuz yersel veya küçük yük kaybı katsayısıdır. Eşitlik (2.15)’teki son terim daha sonra yersel yük kaybı olarak gösterilirse, bu eşitlik aşağıdaki şekilde yazılabilir:

$$u_j = \sqrt{1/(1+k_1)} \sqrt{2g} \sqrt{E_j} \quad (2.16)$$

Burada,

$$E_j = \frac{p_j - p_a}{\gamma_d} + \frac{V_j^2}{2g} \quad (2.17)$$

var olan (net) hidrolik yükün bir ölçüsüdür.

Delikten çıkan debi,

$$q_j = C'_{Dj} a_j u_j \quad (2.18)$$

Burada C'_{Dj} , j numaralı delikteki büzülme katsayısıdır. Eşitlik (2.16) ve (2.18) birleştirilerek deşarj katsayısı yazılabilir:

$$C_{Dj} = C'_{Dj} / \sqrt{1 + k_1} \quad (2.19)$$

$$q_j = C_{Dj} a_j \sqrt{2g} \sqrt{E_j} \quad (2.20)$$

Tam dolu akış halinde j numaralı çan ağızlı delik için deneysel “deşarj katsayısı” C_{Dj} eşitliği (2.21) aşağıdadır:

$$C_{Dj} = 0,975 \left\{ 1 - \frac{V_j^2 / 2g}{E_j} \right\}^{3/8} \equiv 0,975 \{1 - J\}^{3/8} \quad (2.21)$$

Bu eşitlik sadece delik (nozül) 4:1 büzülme oranının veya daha büyük olması durumunda ve sadece $d_j < 0,1 D_j$ koşulu için kullanılabilir. Farklı delikler için V_j ve E_j farklı olacağı için C_{Dj} değerinin de yayıcı boyunca değişken olacağı açıktır.

Yayıcıdan çıkan debi incelendiğinde su kaynağı (yukarı) tarafındaki delikten deliğe çalışmak, akım yönündekinden (aşağı) daha kolay olduğu görülmektedir. Örneğin “j+1” noktasındaki koşulların elde edilebilmesi için hemen aşağısındaki noktanın koşullarının bilindiği varsayılır. Debiler Q_{j-1} , q_j , Q_j ; hızlar V_{j-1} , u_j ve V_j ; basınçlar ve p_j ; delik merkezi terfi yükseklikleri h_j ve h_{j+1} .

“j” no’ lu boru kısmında enerji denklemi aşağıdaki şekilde yazılabilir:

$$h_{j+1} + \frac{V_j^2}{2g} + \frac{p'_j}{\gamma_d} = h_j + \frac{V_j^2}{2g} + \frac{p_j}{\gamma_d} + h_{lj} \quad (2.22)$$

Sadeleştirilirse:

$$h_{j+1} + \frac{p'_j}{\gamma_d} = h_j + \frac{p_j}{\gamma_d} + h_{lj} \quad (2.23)$$

Eşitlik (2.23)'in sağ tarafındaki son ifade yük kaybıdır (sürekli yük kaybı). Ancak başlangıçta bilinmez. Eşitlik (2.23)'deki hemen bilinen terimler, h_{j+1} , h_j ve p_j/γ_d 'dir. Sürekli yük kaybı ise aşağıdaki eşitlik ile hesaplanabilir (boru pürüzlülüğünden kaynaklı yük kaybının yanı sıra, belli boru bölümlerinin de (örneğin muayene bacası) yük kayıplarını içermesi zorunludur):

$$h_{lj} = f_j \frac{1}{D_j} \frac{V_j^2}{2g} \quad (2.24)$$

Eşitlik (2.24) formülündeki f_j borunun oransal pürüzlülüğü ve Reynolds sayısının bir fonksiyonu olarak Darcy-Weisbach sürtünme faktörüdür. Oransal pürüzlülük ϵ^*/D_j oranıdır ve Reynolds sayısı aşağıda verilmiştir:

$$R_j = \frac{V_j D_j}{\nu} \quad (2.25)$$

Burada ν akan sıvının kinematik viskozitesidir. f_j 'nin belirlenmesi bilinen ϵ^*/D_j ve R_j değerleri ile Moody diyagramı kullanılarak gerçekleştirilir. Moody diyagramı standart akışkanlar mekaniği kitaplarında verilmiştir. f_j bilindiğinden yük kaybı bulunabilir ve sonra eşitlik (2.25)'den elde edilebilir. Yayıncıda akış analizi yapılırken, ana debi bir delikte geçerken ana debinin toplam hidrolik yükü sabit kabul edilir.

$$\frac{V_{j+1}^2}{2g} + \frac{p_{j+1}}{\gamma_d} = \frac{V_j^2}{2g} + \frac{p_j}{\gamma_d} \quad (2.26)$$

Burada sağ taraf bilinmektedir. Eşitlik (2.27)'in sağ tarafı ile Eşitlik (2.26)'ün sol tarafı karşılaştırıldığında $j+1$ no'lu deliğin dışındaki ortam basıncı p_{j+1} 'in bilindiği varsayımı ile E_{j+1} 'in bilindiği görülür. Fakat, $V_{j+1}/2g$ ifadesi bilinmemektedir ve Eşitlik (2.26)'daki C_{Dj+1} için bu terime gereksinim vardır. İlk deneme olarak, $V_j/2g$, Eşitlik (2.26)'daki $V_{j+1}/2g$ yerine kullanılarak C_{Dj+1} 'in bir ilk yaklaşık değerinin belirlenmesi için kullanılabilir. Daha sonra, q_{j+1} 'e ilk yaklaşım Eşitlik (2.20) kullanılıp hesaplama yapılarak belirlenebilir.

$$Q_{j+1} = Q_j + q_{j+1} \quad (2.27)$$

V_{j+1} 'e ilk yaklaşık değer ise süreklilik denklemi kullanılarak aşağıdaki şekilde elde edilebilir:

$$V_{j+1} = Q_{j+1} / \left(\frac{\pi}{4} D_{j+1}^2 \right) \quad (2.28)$$

$V_{j+1}^2/2g$ için ikinci bir yaklaşım daha sonra bulunmaktadır. Bu işlem tekrarlanabilir. Bu tekrarlama sayesinde V_{j+1} 'in değerleri ardışık olarak gerçekleştirilerek elde edilir. Genellikle, delikteki deşarj, borudaki debinin küçük bir miktarına eşittir.

Buradaki işlemler borunun kıyı tarafına doğru sürdürülebilir. Ancak seri için doğal başlangıç yeri kıyıdan en uzaktaki deliktir. Bu delik için E_1 değeri kabul edilir. Genel bir delik söz konusuysa, aşağıdaki süreklilik denklemi ile elde edilmiş olan boru akış hızı, Eşitlik (2.28)'un kullanılmasıyla kabul edilen hız yüksekliğinin uyması için önceden bazı yinlemeler yapılmalıdır.

$$Q_1 = q_1 \quad (2.29)$$

Hesaplamalar kıyı tarafındaki son deliğe (N numaralı) varıncaya kadar sürdürülür. Yatacından akan toplam debi ile tüm deliklerin debileri toplamı eşit oluncaya kadar hesaplamalar sürdürülür. Ayrıca bu noktada p_N basınç değeri de önemli bir büyüklüktür. Bütün deliklerde belirtilen kriterlerin kontrolleri gerçekleştirilir. Örneğin açık deniz tarafında seçilen bir nokta için, ara delik alanları toplamı bu bölgedeki kesit alanını aşarsa boru alanının arttırılması gerektiği anlaşılır.

2.6. SEYRELME

2.6.1. Seyrelme ve Konsantrasyon

Seyrelme, bir deşarjda, saçak içerisine sürüklenen alıcı ortam akışkanı miktarının bir ölçüsüdür. Seyrelmenin alışlagelmiş tanımı, saçak debisinin deşarj debisine oranı $\frac{Q}{Q_0}$ 'dır. Saçağın hızı alan üzerinde değişkenlik gösterdiğinden, seyrelme dairesel tekil bir jet için aşağıdaki şekilde hesaplanır (Roberts, 1979):

$$S = \frac{\int_0^\infty u dA}{U_o \pi \frac{D_o^2}{4}} \quad (2.30)$$

Burada S sembolü seyrelme; U_o , ilk hız; D_o , deşarj deliği çapı; A, enkesit alanı için kullanılır. Bu tanımlamada, 10 birim bir seyrelmiş bir saçakta 9 birimlik kısım sürüklenmiş akışkandan, 1 birimlik kısım deşarj edilen akışkandan gelmektedir.

Kütlenin korunumu, belirli bir iz maddesi için aşağıdaki şekilde verilebilir:

$$Q_o C_o + E C_a = \int_0^\infty u C dA \quad (2.31)$$

Burada C_o deşarjdaki iz maddesi kütle konsantrasyonu, C_a aynı iz maddesinin ortam akışkanı içerisindeki konsantrasyonu, E integralin hesaplandığı saçak içindeki noktaya sürüklenmiş toplam akışkandır. Bu eşitlik, bütün yoğunlukların yaklaşık aynı ve dengeli olduğunu varsayar. Ortam konsantrasyonu sıfır ise Eşitlik (2.30) çoğunlukla $Q_o C_o = Q \bar{C}$ şeklinde basitleştirilir ve burada $\bar{C}$ saçak boyunca akı ortalama konsantrasyonudur. Bu ifade aşağıdaki hale dönüşür:

$$\frac{\bar{C}}{C_o} = \frac{1}{S} \quad (2.32)$$

veya saçak içindeki ortalama konsantrasyonun deşarj konsantrasyonuna oranı 1 bölü seyrelmeye eşittir.

Ortam konsantrasyonu sıfıra eşit değilse, yukarıdaki sadeleştirme kullanılamaz. Bunun yerine Eşitlik (2.32) aşağıdaki hale sadeleştirilir:

$$Q_o C_o + (Q - Q_o) C_a = Q \bar{C} \quad (2.33)$$

Bu eşitliğin kolay kullanımı için düzenlenmiş hali ise aşağıdaki gibidir:

$$S = \frac{C_o - C_a}{\bar{C} - C_a} \quad (2.34)$$

2.6.2. Atıksuların Yayılması ve Seyrelmesi

Deniz ortamında fiziksel karışımdan kaynaklanan seyrelmeler yakın alan seyrelmesi (birinci seyrelme) ve dispersiyona bağlı seyrelme (ikinci seyrelme) olarak iki kısımda incelenmektedir. Birinci seyrelme olarak da adlandırılan yakın alan seyrelmesi difüzör deliklerinden çıkan atıksu ile deniz suyunun fiziksel olarak karışması sonucu ortaya çıkan seyrelmeyi ifade etmektedir. Dispersiyona bağlı seyrelme (ikinci seyrelme) ise birinci seyrelme sona erdikten sonra yatayda lokal akıntıların etkisinde hareketine devam eden atıksuyun dispersiyon ve türbülans kaynaklı seyrelmesinden ibarettir. Yatayda ilerlemeye başlayan atıksuyun bu hareketi sırasında ortaya çıkan biyokimyasal süreçler vasıtasıyla atıksu kaynaklı bakterilerin canlılıklarını yitirmelerinden (bakteriyel inaktivasyon) ileri gelen seyrelme ise bakteriyel inaktivasyona bağlı seyrelme olarak tanımlanmaktadır.

Difüzör sistemleri, denize boşaltılan belediye atıksularının bertarafı için tüm dünyada kıyı şehirlerinde yaygın olarak kullanılmaktadır. Denize boşaltım sistemlerinin birincil hedefi hızlı başlangıç karışımını sağlamak ve çevreye atık boşaltımının zararlı etkilerini en aza indirmektir.

Atıksuları boşaltan, birbirine yakın bağlantılardan oluşan borular çoklu difüzörü meydana getirir, giderek daha önemli ve bağlayıcı olan su kalitesi kriterlerinin düzenleyiciliğinin karşılanması ve artırılmış oranda ilk seyrelmenin oluşmasının etkili yolu olarak deşarjın yüksek hızda yapılması bulunmuştur. Denize deşarjda elde edilen ilk seyrelme birincil olarak difüzör boyu, deşarj derinliği, ortam akışı ve yoğunluk tabakalaşmasına bağlıdır (Kang ve diğ., 1999).

Etkili planlanan bir difüzörde ilk karışım yeterli derecede büyük olacağından atıksuyun yayılması nedeniyle alıcı ortamda oksijen konsantrasyonunda genel olarak önemli bir azalma olmaz. Bu nedenle difüzör planlamasında çözünmüş oksijen konsantrasyonu önemli bir parametre değildir. Bunun yerine bakteri sayısı, yüzücü maddeler, besin maddeleri ve zehirli maddeler için konulmuş standartlara göre boyutlandırma yapılır.

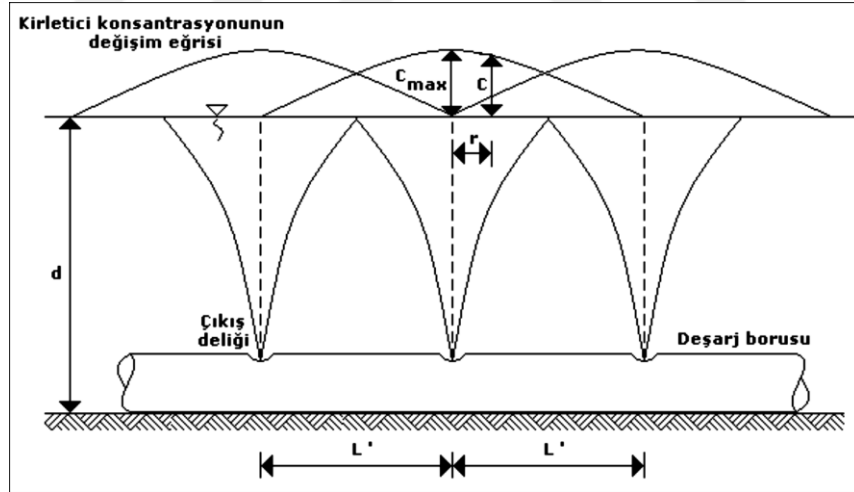
2.6.2.1. Birinci Seyrelme (Yakın Alan Seyrelmesi)

Belirli bir derinlikten deşarj edilen atıksu, deşarj deliğinden çıkarken sahip olduğu momentum enerjisi ve atıksu ile deniz suyu arasındaki yoğunluk farkından dolayı deniz

suyu içerisinde yükselmeye başlar. Bu yükselme sırasında deniz suyu ile karışan atıksu seyrelmeye başlar ve birinci seyrelme (yakın alan seyrelmesi) olarak adlandırılır.

Seyrelme hesaplarında birçok farklı yöntem vardır. Bunlar; yoğunluk tabakalaşması bulunmayan (üniform) ortamda yatay dairesel jet deşarjı, durgun ve üniform yoğunluklu ortamda yatay dairesel jet deşarjı, deşarj ortamında akıntı hızının düşük olduğu durumlarda, lineer olmayan yoğunluk profiline sahip deniz ortamında, difüzör delikleri birbirine çok yakın olduğu durumda ve Lineer Yoğunluk Tabakalaşması Kabulü ile Hesap yöntemleridir.

Başlangıç seyrelmesi, çok sayıda orifisi bulunan difüzörden atıksu deşarj edildiği zaman su jetinin hızı, atık maddelerin çevredeki sularla türbülanslı olarak karışmasına neden olur. Atıksuyun yoğunluğu, deniz suyundan daha düşük olduğundan, su jeti yukarıya doğru bükülür. Karışım sonucu deniz suyuyla eşit yoğunluğa ulaşıncaya kadar yüzeye doğru hareket eder. Denizde tabakalaşma varsa veya sıcak bir su kütlesi, daha soğuk bir su tabakasının üzerine oturmuş bulunuyorsa, atıksuyun soğuksu ile yeterli derecede seyrelmesi mümkündür. İlk seyrelmenin şematik görünümü Şekil 2.33'te verilmiştir (Topkaya, 1997).



Şekil 2.33: Deniz deşarjı sistemlerinde meydana gelecek ilk seyrelmenin şematik görünümü. (Topkaya, 1997)

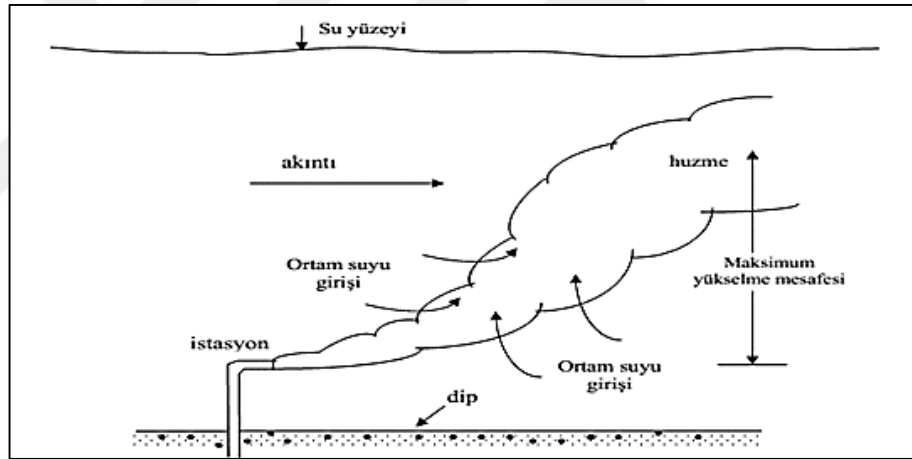
İlk seyrelme hesaplanırken öncelikle Froude sayısı bulunmalıdır.

$$Fr = U_0(g.D)^{1/3} \quad (2.35)$$

Formüllerde kullanılan (m) indisi jet eksenindeki, (o) indisi jet başlangıcındaki, (a) indisi ise deniz suyuna ait büyüklükleri ifade eder.

Deşarj, deşarj hattı üzerindeki tek noktadan (tekil delik) veya birkaç noktadan difüzörlerle yapılır. Atıksuyun yoğunluğu, alıcı ortamda dağılım yönünden kontrol edici parametredir.

Deniz deşarjında atıksu yoğunluğu, ortamın yoğunluğundan daha azdır. Deniz suyunun yoğunluğu σ_t ile ifade edilir ve suyun g/l yoğunluğundan 1000 çıkartılarak elde edilir. Örneğin deniz suyu yoğunluğu 1024 g/l, veya 24 σ_t dir. Deniz suyu yoğunluğu tuzluluk ve sıcaklığa bağlıdır. Atıksu yoğunluğu ise sıcaklık ve biraz da askıda katı konsantrasyonuna bağlıdır. Genellikle atıksuyun yoğunluğu deniz suyundan daha az olduğu için difüzörlerden deşarj edilen atıksu akımı yüzeye doğru çıkma eğilimindedir. Deniz dibinde atıksu huzmesi şematik görünümü Şekil 2.34'te (Topkaya, 1997) verilmiştir. Birinci bölgede (ilk karışma bölgesi) deşarj suyu, hızla yükselen yüzer bir huzme oluşturur. Bu huzme büyük miktarda ortam suyunu içine alarak seyrelir.



Şekil 2.34: Deniz dibinde atıksu deşarj huzmesi (Topkaya, 1997).

2.6.2.2. Yoğunluk Tabakalaşması

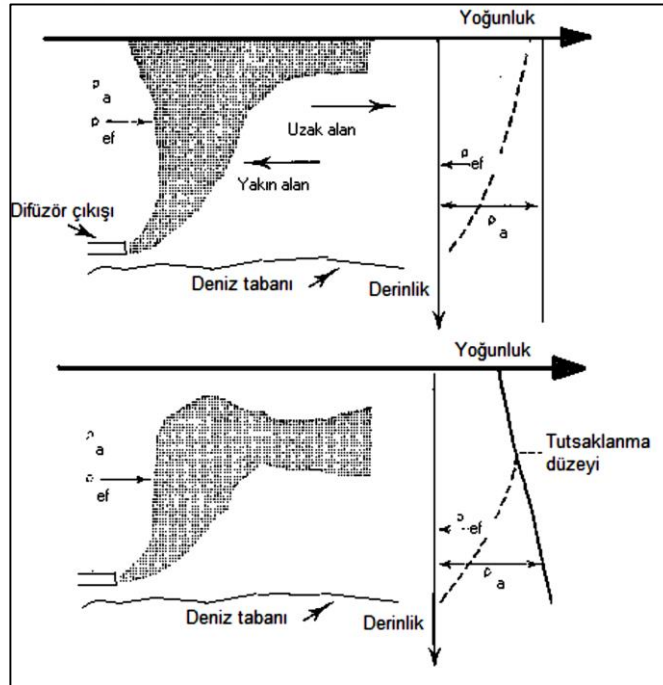
Deniz suyunun farklı derinliklerde farklı özkütleye sahip olması nedeniyle yakın sıcaklıktaki su kütlelerinin farklı derinliklerde sabit kalması ile oluşan bir doğal olaydır. Deniz deşarj sistemlerinde bu konunun yer almasının sebebi ise, dipten deşarj edilen yüzey dağılım bulutunun, bu seviyelenme farkı nedeniyle, yüzeye kadar ulaşamayıp belirli bir derinlikte hapsolmesidir.

Deniz ortamında derinlik boyunca sıcaklık ve tuzluluk farklılıklarının oluşması neticesinde, belirli bölgelerde ve belirli mevsimlerde yoğunluk tabakalaşması

oluşabilmektedir. Evsel atıksuların yoğunluğu genellikle deniz suyu yoğunluğundan daha küçüktür. Bu nedenle, deniz suyunda bir yoğunluk tabakalaşması yoksa atıksu bulutu deniz suyuyla ne kadar karışırsa karışsın, karışımın yoğunluğu alıcı ortam yoğunluğundan daha büyük olamayacağı için atıksu bulutu her zaman deniz yüzeyine ulaşacaktır.

Deniz suyunda katmanlaşma söz konusu ise, derinlerdeki ağır suyun atıksuyla karışması, atıksu bulutu karışım yoğunluğunun daha yükseklerdeki deniz suyu yoğunluğuna eşit olmasını doğuracaktır. Bu durumda atıksu bulutu, deniz yüzeyine erişmeden, karışım yoğunluğuyla alıcı ortam yoğunluğunun birbirine eşit olduğu bir derinlikte tutsaklanır. Şekil 2.35'te alıcı ortamda yoğunluk tabakalaşması olması ve olmaması durumunda atıksu bulutunun davranışını göstermektedir.

Tutsaklanma derinliği ile ilgili bir çalışma için derinlik boyunca sıcaklık ve tuzluluğun değişimlerinin izlenmesi gerekmektedir. Şekil 2.36'da laboratuvar ortamında hazırlanmış yoğunluk katmanlı alıcı ortam içerisinde kirletici bulutunun tutsaklanması görülmektedir (Özhan, 1976).



Şekil 2.35: Alıcı deniz ortamında tabakalaşma olması ve olmaması durumlarında kirlilik bulutunun davranışı (Özhan, 1976).



Şekil 2.36: Yoğunluk Stratifikasyonu ile Yüzey Altında Oluşmuş Seyrelme Bulutu [Laboratuvar ortamında hazırlanmış yoğunluk katmanlı alıcı ortam içerisinde kirlilik bulutunun tutsaklanması (Bleninger ve Jirka, 2005)]

Deniz deşarj sistemleri aracılığıyla deniz ortamına verilen atıksular ilk olarak atıksuyu çevreleyen deniz suyu ile karışmaya başlamaktadır. Bu ilk karışmada atıksuyun difüzör deliklerinden çıkarken sahip olduğu enerji önemli bir parametredir. Difüzör deliğinden çıkan atıksuların davranışı genel olarak üç hidrolik rejimle karakterize edilmektedir (Wood ve diğ., 1993). Bunlar; jet rejimi, jet-bulut rejimi ve bulut rejimidir.

Atıksu, difüzör deliğinden çıkarken sahip olduğu hızından ötürü bir momentuma sahiptir. Atıksuyun momentumu sebebiyle oluşturduğu akım rejimi ‘jet akımı veya jet rejimi’ olarak adlandırılır. Atıksuyun difüzör deliğinden çıkış hızı ne derece büyük olursa momentumu da o derece büyük olacağından jet rejimi atıksu ve deniz suyu arasındaki yoğunluk farkı sıfır oluncaya kadar atıksu su kütlesi içerisinde yoğunluk jeti olarak yükselmeye devam eder ve yoğunlukların eşitlendiği bir eş yoğunluk noktasından sonra atıksuyun düşey hareketi sona ererek yatayda bir bulut şeklinde hareket etmeye başlar. Atıksuyun yatayda bir bulut olarak hareket ettiği bölge konveksiyon-difüzyon bölgesi olarak adlandırılır. Başlangıç enerjisi tamamen ortadan kalkan atıksu, akıntı etkisi ile hareket etmeye başlar. Bu hareket sırasında türbülans ve difüzyon sebebiyle atıksu ve deniz suyu birbiriyle karışmaya devam eder (Yalçın, 2011). Atıksuyun düşey hareketi sonlanıncaya kadar deniz suyu ile karışması sonucu meydana gelen seyrelme ilk seyrelme veya birinci seyrelme olarak tarif edilir (Öztürk, 1996). Birinci seyrelme, atıksu ve deniz suyu yoğunluğunun eşitlenerek yükselmenin

sona erdiği eş yoğunluk yüksekliğine kadar devam eder. Birincil seyrelme üç faktöre bağlı olarak gerçekleşir:

- Difüzörden çıkan atıksu jetinin momentumuna bağlı olarak deniz suyuyla karışması
- Deniz suyuyla atıksuyun yoğunluk farklarına bağlı olarak atıksu tarlasının su kolonu içerisinde yükselmesi
- Akıntı etkilerinin sebep olduğu atıksu ve deniz suyu girişimleri.

Deniz ortamı sıcaklık ve tuzluluk profili bakımından üniform bir yapıya sahip ise su kolonu içerisinde bir eş yoğunluk noktası olmayacağından, atıksu deniz yüzeyine kadar yükselecektir. Atıksuyun deşarj edildiği derinlik arttıkça, atıksu ve deniz suyunun temas ettiği ara yüzey alanı da artacağından birinci seyrelme değeri daha sık deşarjlara veya tutsaklanma halinin gerçekleştiği durumlara göre daha büyük olacaktır. Difüzör delik çapı küçüldükçe, atıksu jetinin çıkış hızı artacağından atıksuyun başlangıç enerjisi daha büyük olacak ve bu durumda daha büyük birinci seyrelme değeri ortaya çıkacaktır.

Yoğunluk tabakalaşması durumunun mevcut olduğu su kütlelerinde birinci seyrelme değeri farklı modellerlerden hesaplanabilmektedir. Birinci seyrelmenin hesaplanmasıyla ilgili detaylı olarak incelemiştir Brooks, 1972 ; Roberts, 1989a, 1989b, 1989c; Jirka ve diğ., 1996; Frick ve diğ., 2001).

2.6.2.3. İkinci Seyrelme

Birinci seyrelmeden sonra yatayda ilerlemeye başlayan atıksu tarlası bu hareket sırasında türbülans, difüzyon ve dispersiyon sonucu alıcı ortamda yayılmaya başlar. Deniz ortamında yerel akıntı rejimine ve türbülanslı difüzyona bağlı olarak yatay transfer ve dispersiyon prosesleri ortaya çıkar. Bu prosesleri karakterize eden ve yatay seyrelmeyi tahmin eden çeşitli modeller mevcuttur (Salas, 1998). Dispersiyona bağlı seyrelme veya ikinci seyrelme olarak adlandırılan bu prosesin modellenmesinde (Brooks, 1960) tarafından geliştirilen dispersiyon modeli en sık kullanılan modeldir. Model bu harekete bağlı karışım sırasında, türbülans sonucu meydana gelen seyrelmeyi tahmin etmektedir.

2.6.2.4. Üçüncü Seyrelme

Atıksuda bulunan yüksek konsantrasyondaki koliform bakterilerinin istenilen limitlere düşmesi, bakterilerin yeni ortamlarına uyum sağlayamayıp yok olmaları ile sağlanır.

Doğal sularda bakteri ve diğer organizmaların hayatta kalmaları, dağılımları ve yok olmaları bazı çevresel faktörlere bağlıdır (US-EPA 1986, WHO 2003, SKKY 2008, Darakas ve diğ., 2009). Thomann ve Mueller'e (1987) göre bu etkiler şu etmenler olarak sıralanabilir: Güneş ışığı, sıcaklık, tuzluluk, besi maddesi yetersizliği, toksik maddeler, diğer canlılar tarafından parçalanma, ve çökme.

Zamanla ayrışıp azalamayan türdeki maddeler sadece 1. ve 2. seyrelme etkisiyle seyreltilir ve sonuçta toplam seyrelme $S=S_1 \cdot S_2$ kadar seyrelme sağlanır. Organik maddeler, bakteriler gibi değişebilir karakterli korunamayan maddeler ise ayrıca üçüncü seyrelmeye uğradıkları için $S= S_1 \cdot S_2 \cdot S_3$ kadar seyrelme olur (Berkün, 2006). Bu yaklaşıma benzer şekilde pratikteki diğer seyrelme ifadeleri “yakın bölge seyrelmesi”, S_n ve “uzak bölge seyrelmesi” , S_f olarak ifade edilmekte olup toplam seyrelme S , $S=S_n \cdot S_f$ şeklinde gösterilir (Roberts ve Starneu, 1997).

2.7. YAKIN BÖLGE KARIŞIMI

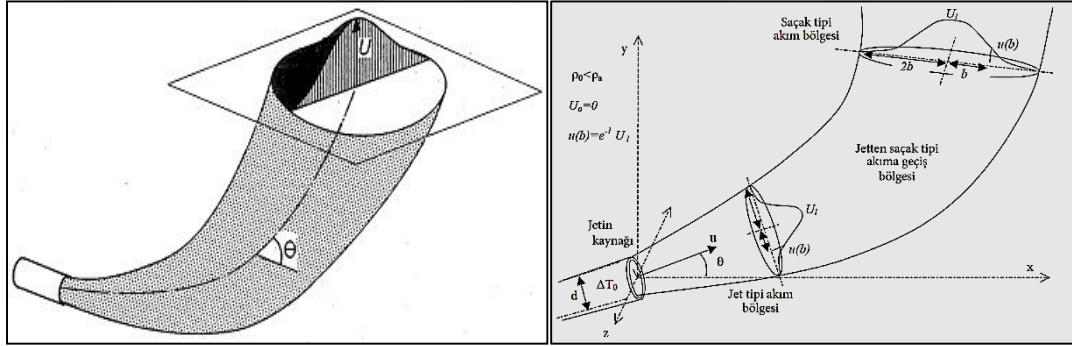
Yakın bölge karışımı tahmini, jetlerin, saçakların ve yüzen jetlerin dinamiğinin anlaşılmasını gerektirir. Bunlar, (Fischer vd diğ., 1979) gösterim biçimine göre tanımlanırlar: Jet, sadece kaynak momentum akısı tarafından yönetilen bir akımdır, saçak, sadece kaynak yüzdürme akısı tarafından yönetilir ve yüzen jet ise, momentum ve yüzdürme akılarının her ikisi tarafından yönetilir. Bir deşarj tesisinin yayıcısından yapılan boşaltımların hem momentumları, hem de yüzücülükleri vardır ve sonuç olarak, bu tür deşarjlar yüzen jetlerdir; ancak, bu çalışmada yüzdürme akısının okyanus deşarj tesislerinin boşaltımlarının sıkça saçaklar olarak yapılabilecek kadar, genellikle baskın olduklarını gösterilecektir. Bu yaklaşım, çözümlemede kayda değer basitleşmeye, saçak davranışı ve seyrelmesi tahmini için kullanışlı eşitliklere neden olur.

Fischer ve diğ., tarafından yapılan çözümlemede, uzunluk ölçekleri ve deneysel verilerle birleştirilmiş bağımsız değişkenler olarak, kaynak akılarıyla boyut analizini esas olarak kullanıldı (Fischer ve diğ., 1979). En basit boşaltım durumuyla, yani durgun, homojen bir ortam içerisine tekil yatay yüzen bir jet ile başlayıp, en karmaşık hal olan akıntılı, yoğunluk tabakalaşması olan ortamda birleşen yüzen jetler durumuna doğru aşamalı olarak geliştiriliyor. (Roberts ve diğ, 2010).

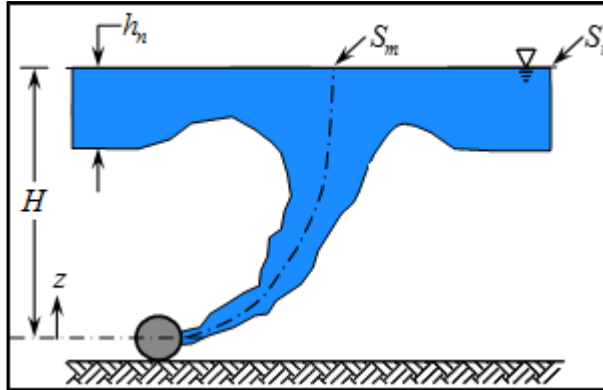
Karıştırma süreçlerinin görüntülenmesi için lazerle uyarılmış ışınlam (LIF) laboratuvar deneyleriyle elde edilmiş görüntüleri yaygın bir şekilde kullanılıyor. Bu teknikte, akım içerisine ışıyan bir boya eklenir. Bir lazer boyanın ışımasına neden olur ve yayılan ışık bir kamera tarafından kaydedilir. Uygun bir kalibrasyon ile, ölçülebilir iz maddesi konsantrasyonları elde edilebilir ve şekillerin görüntülenebilmesi ve akım içerisindeki konsantrasyonun (ve dolayısıyla seyrelmenin) gösterilebilmesi için renk kodlanabilir. Ayrıca, Tian ve Roberts (2003) tarafından tasvir edilen tekniklerle elde edilmiş üç boyutlu LIF (3DLIF) görüntüleri de gösterilecektir (Tian ve Roberts, 2010) .

2.7.1. Durgun, homojen ortamda yatay yüzen jet

Tekil yüzen bir jetin durgun, tabakasız H derinliğindeki alıcı su içerisine boşaltımıdır. Bu hal, aynı zamanda (Roberts ve diğ., 2010) tarafından okyanus deşarj tesisleri için yapılan ilk çalışma olduğu için tarihsel bir öneme sahiptir (Şekil 2.37, 2.38).



Şekil 2.37: Durgun homojen ortam içerisine boşaltılan yatay yüzen jet (Kikkert, 2006).



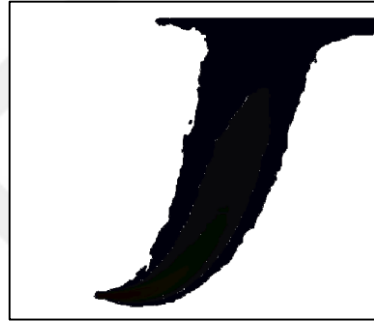
Şekil 2.38: Durgun homojen ortam içerisine boşaltılan yatay yüzen jet (Roberts ve diğ., 2010).

Yüzücülüğünden ötürü, jet su yüzeyine doğru yukarı bükülmüş bir yörünge izler. Jet yükselirken ortam akışkanını sürükler, bu sürüklenme, atıksuyla alıcı suyu karıştırır ve seyreltir. Su yüzeyine çarpmanın ardından, jet, yatay bir akışa doğru geçiş yapar; yatay akış, yanıl olarak yayılır, burada bir iç hidrolik sıçrama ve ek seyreilmeye neden olan diğer karıştırma süreçleri meydana gelebilir. Yüzeydeki merkez eksen seyreilmesi, S_m , hidrolik sıçramadan sonra yayılan tabakanın kalınlığı, h_n ve sıçrama sonrası seyreilme, S_n en çok ilgi çekmektedir.

Yatay yüzen jet LIF görüntüleri konsantrasyonu (ve dolayısıyla seyreilmeyi) göstermek için renk kodlanmıştır. İki görüntü verilmiştir: Biri “anlık”, diğeri zamanın ortalaması görüntülerdir (Şekil 2.39).



a) Anlık



b) Zaman ortlaması

Şekil 2.39: Durgun homojen ortam içersine yatay yüzen jet LIF görüntüleri (Roberts ve diğ., 2010).

Saçak yörüngesi boyunca iz maddesi derişimleri azalır (dolayısıyla seyreilmeleri artar). Anlık görüntü (Şekil 2.39a), parçalı, kesikli derişim alanlı, yüksekten alçağa derişimler büyük derişim geçişleriyle birbirlerinden ayrılmış görünür. Bu durum, uzayda pürüzsüz derişimlerinin değışim gösterdiği zamanın ortalaması görüntüyle (Şekil 2.39b) zıtlık oluşturur. Anlık değıerler, ortalama değıerlerden önemli ölçüde büyük olabilirler. Yükselen saçak ortam akışkanını kendi içersine sürüklediğinden, türbölans difüzyonu ile de karıştırıldığından, seyreilme gerçekleşir. Bu sürüklenme ve karıştırma oldukça etkilidir ve yükselen saçakta hızlı bir seyreilmeyle sonuçlanır. Her ne kadar zamanın ortalaması görüntüsü, türbölanslı jetlerin ve saçakların gösteriminde klasik bir yol olsa da, ortalaması alınmış resmin doğada asla var olmadığı akıldan çıkarılmamalıdır; bu

görüntü ortalama alma işleminin yapay bir eseridir. Ne var ki, su kalitesi mevzuatı genellikle zamana göre ortalama değerleri ifade ederler (Roberts ve diğ., 2010).

Yüzen bir jet çıkış hızı, u_j , jet (delik) çapı d , atıksu yoğunluğu, ρ_o ve alıcı su yoğunluğu, ρ_a ile tanımlanır. Yoğunluklar arası fark küçükse (bu atıksu yoğunluğunun tipik olarak deniz suyundan %2,5 daha küçük olduğu okyanus deşarj tesislerinde doğrudur), yoğunluklar tek bir parametre olarak birleştirilebilir:

$$g_o' = g \frac{\rho_a - \rho_o}{\rho_a} = g \frac{\Delta \rho_o}{\rho_a} \quad (2.36)$$

Bu, yaygın şekilde Boussinesq varsayımı olarak bilinir ve g_o' değiştirilmiş yerçekimi ivmesi olarak ifade edilir. u_j , d ve g_o' ' den boyutsuz bir parametre olan yoğunluksal Froude sayısı, F_j çıkarılabilir:

$$F_j = \frac{u_j}{\sqrt{g_o' d}} \quad (2.37)$$

Froude sayısının önemi, yüzen jet üzerindeki kaldırma ve atalet kuvvetlerini karşılaştırmalı olarak ifade etmesinden ileri gelir.

u_j , d ve yaygın kullanılan değişkenler olsalar da, kaynak hacim (debi), Q_j , yüzdürme, B ve momentum, M kinematik akıları kullanılarak daha fazla fikir edinilebilir:

$$Q_j = \frac{\pi}{4} d^2 u_j \quad M = u_j Q_j = \frac{\pi}{4} d^2 u_j^2 \quad B = g_o' Q_j \quad (2.38)$$

şu şekilde uzunluk ölçeklerini belirlendi:

$$l_Q = \frac{Q_j}{M^{1/2}} = \left(\frac{\pi}{4} \right)^{1/2} d \quad l_M = \frac{M^{3/4}}{B^{1/2}} \quad (2.39)$$

Uzunluk ölçekleri Froude sayısı ve delik çapıyla ilgilidirler:

$$\frac{z}{dF_j} = \left(\frac{\pi}{4} \right)^{-1/4} \frac{z}{l_M} \quad \text{and} \quad F_j = \left(\frac{\pi}{4} \right)^{-1/4} \frac{l_M}{l_Q} \quad (2.40)$$

Bunların dinamik önemi, l_Q ' nun akım alanını etkileyen kaynak üzerinden olan uzaklığı tanımlamasıdır; bu uzunluk ölçeği esas olarak deşarj deliği çapı, d' dir. Evsel atıksu boşaltımı yapan okyanus deşarj tesisleri için l_Q neredeyse daima çok küçüktür, böylece, Q_j dinamik bir parametre olarak genellikle ihmal edilebilir. Daha önemli olan parametre l_M , kaynak momentum akısının yüzdürme akısına göre önemli olduğu uzaklığı ifade eder. l_M ' den daha küçük uzaklıklarda akımda momentum baskındır, yani akım jet gibi davranır. l_M ' den daha büyük uzaklıklar için dinamikler kaldırma kuvveti tarafından yönetilir, yani, akım saçak gibi davranır. Bu, çok önemli bir sonuca neden olur: Yeterli derinlik verildiğinde, yüzen bir jet, kaynak momentum akısının ihmal edilebildiği yerlerde, daima bir saçağa dönüşecektir. Bu, aşağıda tartışıldığı gibi, sıkça okyanus deşarj tesisleri için iyi bir yaklaşımdır (Roberts ve diğ., 2010).

Örneğin, herhangi bir z derinliğindeki bir seyrelme ele alınsın. Yerel kaldırma ağırlığı, $g' = g(\rho_a - \rho)/\rho_a = g\Delta\rho/\rho_a$ bağımlı değişken olarak alınarak, bu seyrelme için bir ifade elde edilebilir:

$$g' = f(z, Q_j, M, B) \quad (2.41)$$

Eşitlik (2.40)' da ve izleyen eşitliklerde, akımın daima tamamen türbülanslı ve böylece viskozite (akmazlık) ile Reynolds sayısından bağımsız olduğu varsayılmıştır (Fischer ve diğ., 1979). Eşitlik (2.41)' nin izleyen boyut analizi ve bazı işlemler ile minimum (merkez eksen) seyrelmesi, S_m için bir eşitlik türetilebilir:

$$S_m \frac{l_Q}{l_M} = f\left(\frac{z}{l_M}, \frac{z}{l_Q}\right) \quad (2.42)$$

Eğer $z/l_Q \gg 1$ ise, Q ve l_Q ' nun etkileri ihmal edilebilir ve Eşitlik (2.42) aşağıdaki hale dönüşür:

$$S_m \frac{l_Q}{l_M} = f\left(\frac{z}{l_M}\right) \quad \text{or} \quad \frac{S_m}{F_j} = f\left(\frac{z}{dF_j}\right) \quad (2.43)$$

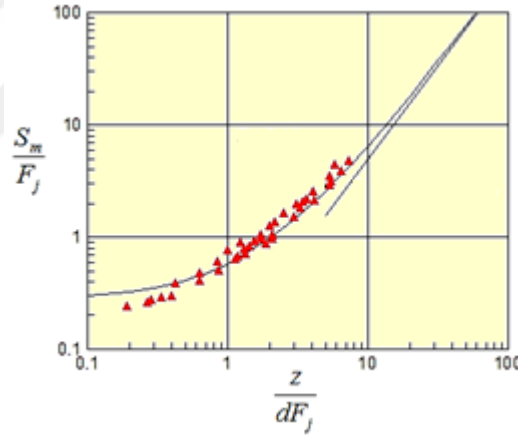
Bu görüşler, merkez eksen seyrelme verilerini birleştiren ve bunları çizen (Roberts, 1977) tarafından da verilmiştir; düzeltmelerle keskin kenarlı deşarj deliği kullanımı nedeniyle momentum akılarındaki artışlar, Şekil 2.39' da görüldüğü gibidir. $z/dF_j \gg 1$

(bu ifade $z/l_M \gg 1$ ile aynıdır) durumu için, kaynak momentum akısının “unutulmuş” olduğu ve akımın bir saçağa dönüştüğü görülebilir. Seyrelme, daha sonra (Fischer ve diğ., 1979) tarafından tahmin edilmiştir:

$$\frac{S_m}{F_j} = 0.107 \left(\frac{z}{dF_j} \right)^{5/3} \quad (2.44)$$

Bu ifade, Şekil 2.40’da çizilmiştir ve çizim $z/dF_j > 10$ için sonuçları göstermektedir. Başka bir deyişle, kaynak hacim ve momentum akıları $z/dF_j > 10$ için ihmal edilebilirler ve salt saçak eşitliği Eşitlik (2.43) kullanılabilir. Daha genel yarı deneysel bir eşitlik $z/dF_j > 0.5$ şartı için (Cederwall, 1968) tarafından önerilmiştir:

$$\frac{S_m}{F_j} = 0.54 \left(0.66 + 0.38 \frac{z}{dF_j} \right)^{5/3}$$



Şekil 2.40: Durgun homojen alıcı ortama verilen yatay yüzen jetin merkez eksen seyrelmesi (Roberts ve diğ., 2010).

Okyanus deşarj tesisi boşaltımları genellikle $z/dF_j > 10$ koşulunda işletilirler, böylece Şekil 2.40’dan çok önemli bir sonuç ortaya çıkar: Deşarjlar genellikle saçaklar olarak hesaplanabilirler. Şu andan başlayarak, durumun bu şekilde olduğu kabul edilecektir; diğer bir deyişle, kaynak sadece kendi yüzdürme akısıyla ifade edilir ve hacim ile momentum akılarının etkileri dinamik olarak önemsizdir. Bu durumun önemli bir tasarım sonucu olduğu dikkate alınmalıdır: Evsel atıksu ile deniz suyu arasındaki fark, esas olarak sabittir, seyrelme ise sadece her bir delikteki akıma bağlıdır ve delik çapına (ve sonuç olarak çıkış hızına) bağlı değildir.

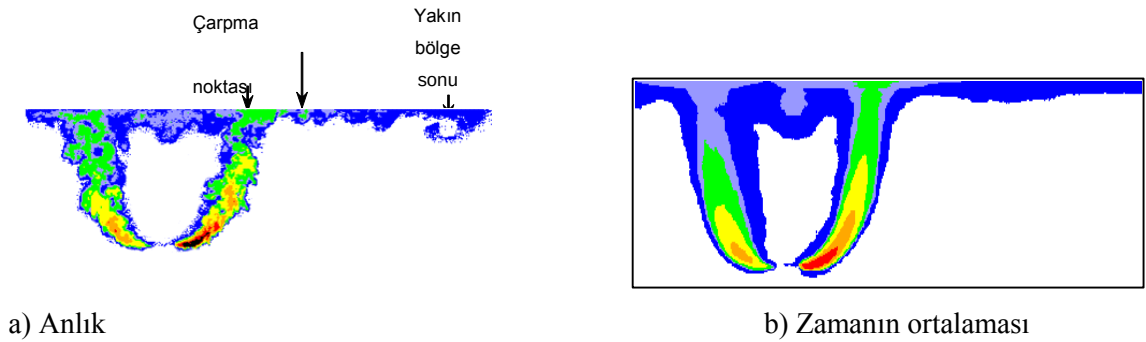
Yüzey tabakası kalınlığı, h_n , (n indisi yakın bölgeyi belirtir), boyut analiziyle de tahmin edilebilir. Su derinliği, H ' deki tamamen türbülanslı saçak için:

$$h_n = f(H, B) \quad \text{i.e.} \quad \frac{h_n}{H} = C_1 \quad (2.45)$$

Burada C_1 deneysel bir sabittir. B zaman birimlerini içerdiği için, Eşitlik (2.45)'ten atılamaz, sonuç olarak, tabaka kalınlığı yüzdürme akısından bağımsızdır ve su derinliğinin bir oranıdır. (Tian ve diğ., 2004a) C_1 sabitinin değerinin 0,11 olmasını önermişlerdir ve böylece, Eşitlik (2.46)aşağıdaki hali alır:

$$\frac{h_n}{H} = 0.11 \quad (2.46)$$

Şekil 2.41'de gösterildiği gibi, saçığın serbest yüzeyle etkileşimi de önemli olabilir. Yüzey tabakası etkileşimleri, üç boyutlu akımlar (dairese jetler) ve iki boyutlu akımlar (çizgisel jetler) için yapılan araştırmacılar, yüzücülüğü az olan yüzücü düşey bir deşarj için akımın kararsız olabildiğini ve yatay tabakanın yükselen saçak içerisine yeniden sürüklenebileceğini, seyrilmelerin azalmasıyla sonuçlanabileceğini göstermişlerdir (Roberts ve diğ., 2010)



Şekil 2.41: Durgun homojen ortam içerisine verilen yatay birbirine zıt yüzen jetlerin LIF görüntüleri (Roberts ve diğ., 2010).

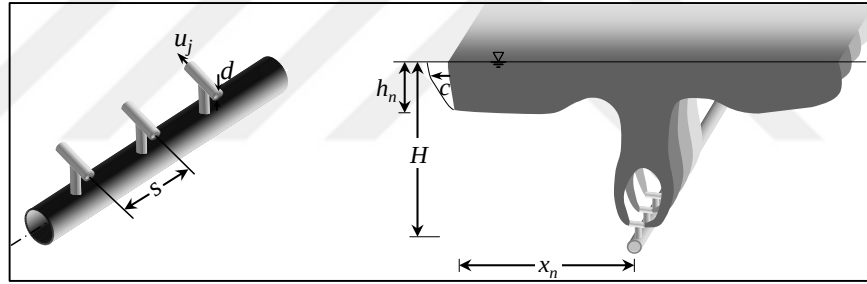
Diğer taraftan, daha yaygın bulunan okyanus deşarj tesisi boşaltımları için yatay tabaka daha kararlıdır ve seyriltilmiş atıksu, bir yüzey yoğunluk akıntısı olarak uzağa akar. Daha çok ortam akışkanını sürükleyen, dağılan tabakada fazladan seyrilmeyi artıran, bir

iç hidrolik sıçrama veya dağılan çevrintiler oluşabilir. Bir dairesel saçak kaynak için yakın bölge seyrelmesi, yüzey merkez eksen seyrelme değeri, Sm ,’ den yaklaşık üç kat daha fazladır; (Tian ve diğ., 2004a) böylece Eşitlik (2.43) yakın bölge seyrelmesi için aşağıdaki hale dönüşür:

$$\frac{S_n}{F_j} = 0.32 \left(\frac{z}{dF_j} \right)^{5/3} \quad (2.47)$$

2.7.2. Durgun, homojen ortamda çoklu yüzen jetler

Bir sonraki konu olarak, Şekil 2.42’de gösterildiği gibi, çok delikli bir yayıcıdan boşaltılan çoklu yüzen jetler ele alınmıştır. Delikler arası uzaklık, s ’ dir. (Yayıcı T şekilli yükselticiler içeren deşarj delikleri ile gösterilmiştir, ancak, aynı analiz delikleri yayıcı yanal duvarları boyunca yerleştirilmiş durum için de uygundur) (Roberts ve diğ., 2010).



Şekil 2.42: Durgun, homojen ortam içerisine çok delikli bir yayıcıdan verilen saçaklar (Roberts ve diğ., 2010).

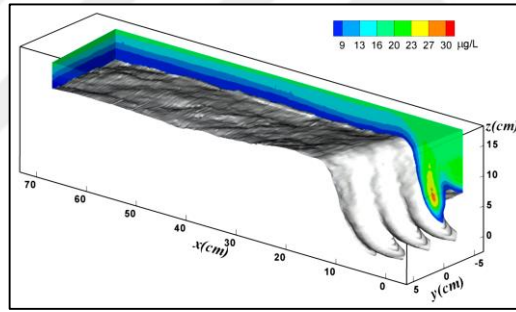
Delik aralığının etkisi, s/H oranına bağlıdır. Delikler arası uzaklık fazla ise, yani $s/H \gg 1$, tekil saçaklar birleşmezler ve yalıtılmış gibi davranırlar. Delikler hep birlikte birbirlerine yaklaşırlarsa, saçaklar birleşirler ve seyrelme azalır. Sonunda, saçaklar birbirlerine hep birlikte çok yakın olduklarında, hızlıca birleşirler ve sanki sürekli bir yarıktan boşaltılmış gibi davranırlar. (Roberts ve diğ., 2010).

Çok delikli bir yayıcıdan çıkan akılar çizgisel kaynak parametreleri ile daha iyi ifade edilirler, yani, her bir tekil delikten çıkan akılar yerine, yayıcının birim boyundaki akılar ile ifade edilirler. Nokta ve çizgi kaynak akıları Tablo 2.8’de özetlenmiştir. Burada, QT deşarj tesisinden boşaltılan toplam debi ve L yayıcı uzunluğudur (Roberts ve diğ., 2010).

Tablo 2.7: Nokta ve çizgi kaynak akıları (Roberts ve diğ, 2010).

Çok delikli yayıcılardan boşaltılan akılar		
Değişken	Nokta kaynak	Çizgi kaynak
Hacim akısı	$Q_j = \frac{\pi}{4} d^2 u_j$	$q = \frac{Q_T}{L}$
Momentum akısı	$M = u_j Q_j$	$m = u_j q$
Yüzdürme akısı	$B = g'_o Q_j$	$b = g'_o q$

Bir saçak birleşmesinin 3DLIF görüntüsü Şekil 2.43'te verilmiştir. Tian vd.' nin (2004a) deneylerine göre, $s/H < 0,3$ için akım çizgisel bir saçak gibi (tamamen birleşmiş) davranır, $s/H > 1$ için noktasal saçak gibi (yani birleşme yok) davranır ve bu iki şart arasında bir geçiş hali vardır. Noktasal saçaklarda olduğu gibi, çizgisel saçakların ifadeleri boyut analizi ile çıkarılabilirler. (Tian, 2004a).

**Şekil 2.43:** Çok delikli bir yayıcıdan çıkan birleşen saçakların 3DLIF görüntüsü (Tian, 2004a).

Bu eşitliklerin delikler arası uzaklığın ve yayıcı uzunluğunun seyrelme üzerindeki etkileri için önemli sonuçları vardır. Çoğu çok delikli yayıcı için seyrelme esas olarak birim uzunluk başına yüzdürme akısı b' ye bağlıdır. Atıksu ile deniz suyu yoğunlukları arasındaki fark temelde sabit olduğundan, bu durum, seyrelmenin esas olarak birim uzunluk başına hacim akısı, $q = QT/L$ ' ya bağlı olduğu anlamına gelir. Sonuç olarak, sabit bir debi (QT) için yayıcı uzunluğu (L) esas olarak yayıcı uzunluğu uzarken artan seyrelmeyi belirler. Eğer yayıcı uzunluğu sabitse, daha fazla delik eklendikçe ve saçaklar arası boşluk azaldıkça, saçak birleşmesi arttığı halde, seyrelme artar. Bu durum, çizgisel saçak sınırı olan $s/H \approx 0,3$ değerine ulaşılarak delikler birbirlerine yeterince yaklaşınca kadar sürer. Birbirine yakın bir şekilde yerleştirilmiş daha fazla delik eklenmesi seyrelmeyi artık daha fazla artırmayacaktır (Roberts vd, 2010).

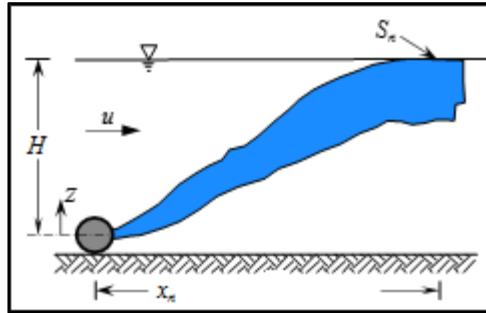
Tablo 2.8: Durgun, homojen ortam içerisindeki noktasal ve tamamen birleşmiş saçakların yakın bölge özellikleri için eşitlikler (Tian, 2004a).

	Noktasal saçak ($s/H > 1$)	Çizgisel saçak ($s/H < 0.3$)
Seyrelme	$\frac{S_n Q_j}{B^{1/3} H^{1/3}} = 0.26$	$\frac{S_n q}{b^{1/3} H} = 0.49$
Tabaka kalınlığı	$\frac{h_n}{H} = 0.11$	$\frac{h_n}{H} = 0.36$
Uzunluk	$\frac{x_n}{H} = 2.8$	$\frac{x_n}{H} = 0.9$

Bu durum, sıkça belirtilen, yayıcılar saçakları birleştirmeyecek şekilde tasarlanmalıdır tavsiyesine aykırıdır. Ancak şu akıldan çıkarılmamalıdır, bu yaklaşım sadece sabit yayıcı uzunluğu söz konusuysa uygulanır; yayıcı uzunluğunu artırmak için delik sayısının veya delikler arası uzaklığın artması, daha yüksek seyrelmeyle sonuçlanıyor. Diğer yandan yine sınırlar vardır. Eğer delik sayısı sabit tutulursa, aralarındaki uzaklığın artması, noktasal saçak sınırına ($s/H \approx 1$) bu uzaklık erişinceye kadar seyrelme artacaktır (Roberts ve diğ., 2010).

2.7.3. Akıntılı ortamın etkileri: Tekil saçak

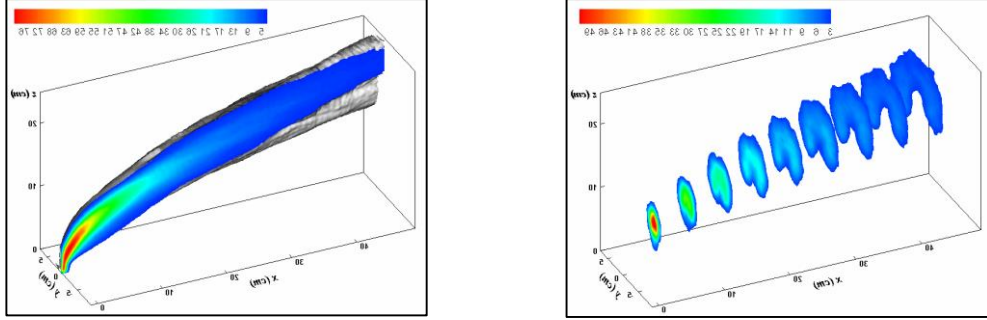
Yukarıda tartışılan durumlar durgun bir okyanus ortamı içerisine yapılan boşaltımlar içindi. Bu durum, en düşük seyrelmeyle sonuçlanan, en kötü durumdur. Şekil 2.44'te çizildiği gibi, genellikle ortamda yayıcı üzerinden akan bir akıntı bulunacaktır. Hızı u olan akıntı, saçığı mansaba doğru süpürür ve seyrelmesini artırır.



Şekil 2.44: Tabakasız bir akıntı içerisindeki tekil saçak (Roberts ve diğ., 2010).

Çapraz akım içerisine boşaltılmış düşey yüzen bir jetin zaman ortalaması 3DLIF görüntüleri Şekil 2.45a' te gösterilmiştir. Merkez eksen seyrelmesindeki değişim. Şekil

2.45b’ deki enine profiller, düşey momentum ve kaldırma kuvvetinin çapraz akıntı etkileşimin oluşturduğu eşleşmiş geri çevrıntiler ile sonuçlanan karakteristik “at nalı” şekillerini göstermektedir.



a) Merkez eksenden geçen düşey düzlem

b) Akıntıya göre çapraz düşey düzlemler

Şekil 2.45: Akıntı içerisindeki düşey yüzen bir jetin 3DLIF görüntüleri (Roberts ve diğ., 2010).

Okyanus atıksu deşarj tesislerinde baskın parametre yüzdürme akısı olduğu için, akıntıların etkilerini ifade eden en kullanışlı uzunluk ölçeği şudur:

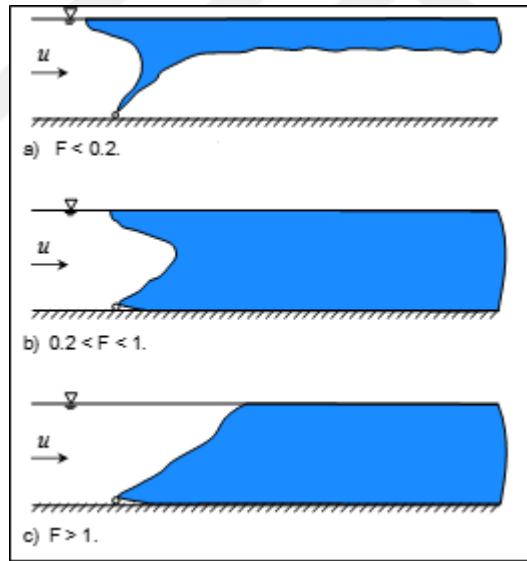
$$l_s = \frac{B}{u^3} \quad (2.48)$$

$z \gg l_s$ için akım, advektif termal olarak isimlendirilir (yüzdürme-baskın uzak bölge de (the buoyancy-dominated far-field, BDFF) denir (Roberts ve diğ., 2010). Saçak durumu için, yani, kaynak hacim ve momentum akılarının etkilerini ihmal ederek, kaynaktan herhangi bir z yüksekliğindeki merkez eksen seyrelmesi, S_m aşağıdaki ifadeyi elde etti:

$$\frac{S_m Q_j}{ul_s^2} = C_2 \left(\frac{z}{l_s^2} \right) \quad (2.49)$$

Burada, C_2 deneysel bir sabittir. laboratuvar ve saha deneylerindeki yüzey seyrelmesi ölçümlerini Eşitlik 2.49’ da z ’ nin yerine su derinliği, H ’ yi koyarak ilişkilendirerek rapor etmişlerdir. Saha ölçümleri için, bu araştırmacılar sabitin 0,32 değerine eşit olduğunu elde ettiler, böylece, Eşitlik 2.49 aşağıdaki hali aldı:

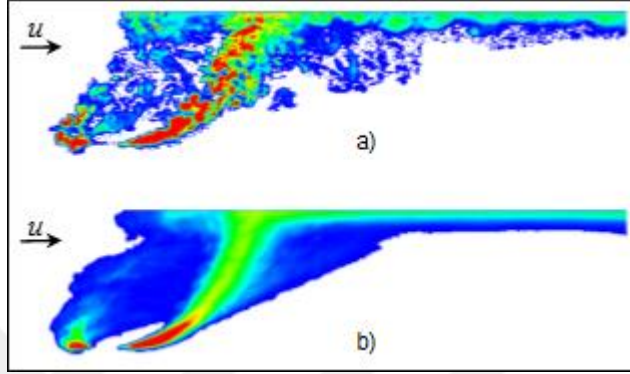
Zayıf akıntılar için ($F < 0,2$), akış normal bir saçak-benzer biçimdedir ve membada (bir kama olarak) ve mansapta yayılan bir yüzey katmanı oluşturur. Akıntı hızı, $F > 0,2$ 'ye doğru artarken, saçak kendisine doğru gelen akımın hepsini sürükleyemez ve bir serbest saçak biçimini oluşturur. Saçak, alt sınırla birleşir ve derinlik boyunca karışır; bu durum, bazen zorlanmış sürüklenme olarak isimlendirilir. Sonunda, $F > 1$ olduğunda, memba kaması atılır. Aynı akım rejimleri (Davidson ve diğ., 1990) tarafından çok delikli deşarjlar ile yapılan deneylerden rapor edilmiştir. Bunun aksine, (Mendez-Diaz ve Jirka, 1996), çok delikli yayıcılarla yapılan deneyleri $F = 8$ gibi yüksek Froude sayılarında bile derinlik boyunca karışma görülmediğini bildirdiler (Roberts ve diğ., 1989) tarafından da desteklenmiştir. Çıkan sonuç, delikleri arasında boşlukları olan çok delikli bir yayıcı için Froude sayısı 1 ila 10 arasında bir yerde bulunan kritik değer aşılmadıkça, tabanla birleşen derinlik üzerinde karışmanın gerçekleşmeyeceğidir (Roberts ve diğ., 2010).



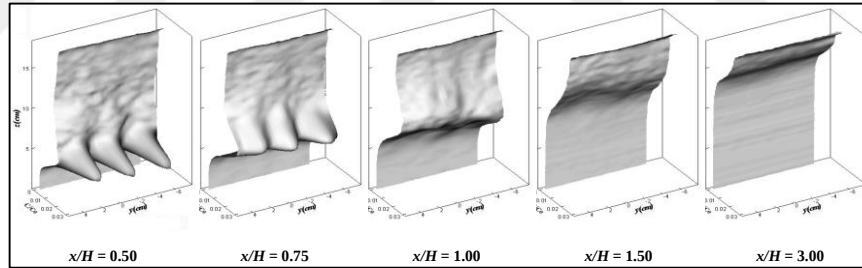
Şekil 2.47: Akıntı içerisindeki yaklaşık çizgisel saçaklı bir yayıcı için akım rejimleri (Roberts, 1979)

Şekil 2.48’de gösterilen anlık ve zaman ortalaması düzlemsel LIF görüntülerinden akıntı içerisindeki girişim yapan saçak dinamiğinin karmaşıklığı açıktır. Membaa doğru deşarj edilen jetler (akıntıya karşı akan jetler) akıntı tarafından hızla geri bükülürler ve hızlı seyrelmeye uğrarlar. Akıntı mansabına deşarj yapan jetler (akıntıyla aynı yönlü akan jetler), her nasılsa, akıntıya karşı korunaklıdır, böylece, sapmaları ve seyrleme miktarları membaa doğru olan jetlerden daha azdır.

Saçak girişimi 3DLIF görüntüleri ,Delikler arası uzaklığına bağlı olarak, jetler ilk girişimi yan komşuları ile yapabilirler ve sonra kendi memba veya mansap karşıt parçalarıyla girişime uğrayabilirler ya da memba ve mansap jetleriyle ilk olarak girişim yapar ve sonra kendi yan komşularıyla birleşebilirler. Ne var ki, tüm durumlarda yanal karışma ve saçılma, şekil 2.49’da görüldüğü gibi.



şekil 2.48: Tabakasız bir akıntı içerisindeki bir çok delikli yayıcıdan verilen saçakların LIF görüntüleri rejimleri (Roberts, 1979).

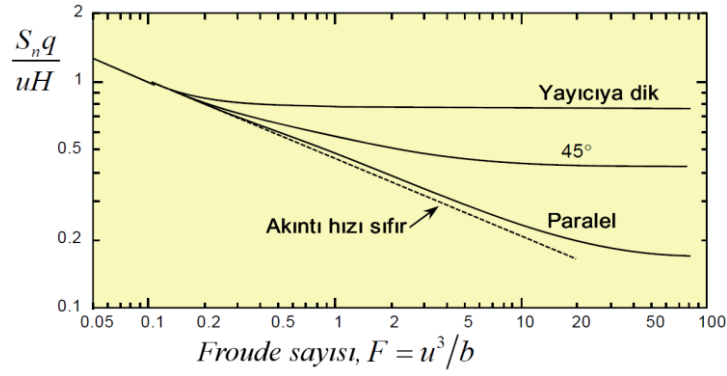


şekil 2.49: Yayıcıya olan uzaklığı göre çok delikli saçakların girişiminin yanal iz maddesi konsantrasyonlarıyla gösterimi (Tian ve diğ., 2004b).

Akıntının yayıcı ekseniiyle yaptığı aç, θ , çok delikli bir yayıcıdan akarak geçen bir akıntının varlığında yeni bir değişkendir. Yaklaşık çizgisel bir saçağı olan yayıcı için, yakın bölge seyrelmesi şöyle ifade edilmiştir (Roberts, 1979):

$$\frac{S_n q}{uH} = f(F, \theta) \quad (2.53)$$

Roberts’ ın (1979) çalışmasına dayanan, (Tian ve diğ., 2004b) deneyleriyle güncelleştirilen, yayıcıya dik, paralel ve 45° lik açıyla akan akıntılar için deneysel sonuçlar şekil 2.50’ de özetlenmiştir.



Şekil 2.50: Tabakasız bir akıntının çeşitli yönlerden yaklaşık çizgisel saçaklı bir yayıcı için yakın bölge seyrelmeleri (Roberts, 1979).

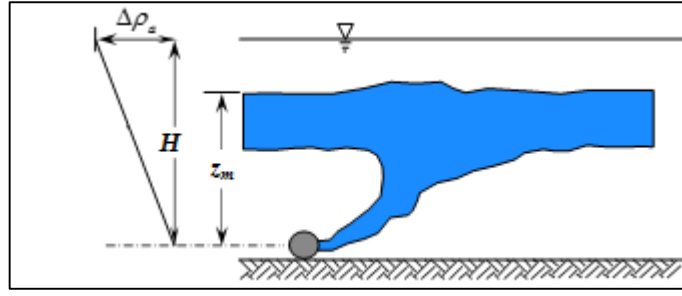
Doğal olarak bekleneceği gibi, akıntıya dik bir yayıcı en yüksek seyrelmeyle sonuçlanır ve akıntıya paralel durumda en düşük seyrelme gerçekleşir. Ancak, akıntıya paralel hal için bile seyrelme daima sıfır akıntı hızı durumundan yüksektir.

2.7.5. Durgun, tabakalı ortam içerisine tekil saçak akışı

Alıcı sudaki yoğunluk tabakalaşmasının, yükselen saçaklar üzerinde derin bir etkisi olabilir. Şekil 2.51'deki durgun doğrusal olarak tabakalı ortam içerisine bırakılan laboratuardaki bir saçak fotoğrafından da görülebileceği üzere, tabakalaşma saçığı su yüzeyinin altında tutsaklayabilir. Şekil 2.52' de tanımlayıcı bir çizim verilmiştir.



Şekil 2.51: Tabakalı bir ortam içerisindeki yatay deşarj edilen yüzen jetin fotoğrafı (Roberts ve diğ., 2010).



Şekil 2.52: Durgun, tabakalı bir ortamdaki yatay deşarj edilmiş yüzen jet için tanımlama çizimi (Roberts ve diğ., 2010).

Eğer ortam tabakalaşması derinlikle doğrusal değişim gösteriyorsa, bu tabakalaşma yüzdürme frekansı, N ile ifade edilebilir:

$$N = \sqrt{-\frac{g}{\rho} \frac{d\rho_a}{dz}} = \sqrt{-\frac{g}{\rho} \frac{\Delta\rho_a}{H}} \quad (2.54)$$

burada, $\rho_a(z)$, z derinliğindeki ortam yoğunluğu ve $\Delta\rho_a$, H su derinliği boyunca yoğunluk farkıdır. Bu sunulan, akış davranışıyla ilgili yeni nokta ve çizgi uzunluk ölçekleri (Fischer ve diğ., 1979) aşağıdadır:

$$l_M = \frac{M^{3/4}}{B^{1/2}} \quad l_B = \frac{B^{1/4}}{N^{3/4}} \quad l_m = \frac{m}{b^{2/3}} \quad l_b = \frac{b^{1/3}}{N} \quad (2.55)$$

Nokta kaynak için $l_M/l_B < 1$ olduğunda ve çizgi kaynak için olduğunda (Roberts ve diğ., 1989a) kaynak momentum akısı ihmal edilebilir. (Daviero ve diğ., 2006) deneysel çalışmalarına göre, seyrelme aşağıda verilmiştir:

$$\frac{S_n Q_j N^{5/4}}{B^{3/4}} = 0.90 \quad (2.56)$$

$$\text{yakın bölge uzaklığı: } \frac{x_n}{l_B} = 4.1 \quad (2.57)$$

ve yükselme yükseklikleri ve tabaka kalınlığı:

$$\frac{z_n}{l_B} = 2.7 \quad \frac{z_m}{l_B} = 3.5 \quad \frac{h_n}{l_B} = 1.6 \quad (2.58)$$

2.7.6. Isıl Deşarj İçin Tekil Jet Davranışlarının Belirlenmesi

Yapılan ısıl bir deşarjda, oluşan su jetinin ortan içerisindeki davranışının belirlenmesi ister sıcak isterse de soğuk su olsun yayıcının tasarımını doğrudan etkilediğinden dolayı oldukça önemlidir. Bu amaçla Pantokratoras tarafından deşarj deliğinin yukarı ve aşağı eğim verildiği durumlar incelenmiştir. Bu çalışmaların ilkinde ortam sıcaklığının $T_a > 10^\circ\text{C}$ ve Pantokratoras tarafından değişikliğe uğratılmış Froude sayısı $Fa > 8$ koşullarında yatay nüfuz uzaklığının hesaplanabileceği bulunmuştur. Bu sıcaklık değerinden daha düşük olan ortam sıcaklığı durumlarında ise su yoğunluğu çok farklılık göstereceği ve lineerliği engelleyecek büyüklüğe ulaşacağından net bir sonuç çıkarılamayacağı belirtilmiştir. Bu çalışmanın değindiği bir başka önemli nokta ise birinci seyrelme tamamlanmadan seçilecek en uzun yol sayesinde en yüksek seyrelme oranına sahip olunduğudur. (Pantokratoras, 1998)

Bu yaklaşımın tam tersi yoğun soğuk su deşarjı olarak gösterilebilir. Bu tip deşarjda çıkış suyunun yatay hareketinin önlenmesi için tabana çarpması ve böylece yörüngesinin uzatılarak seyrelmesinin arttırılması yönünde çalışmalar yapılmıştır. Morton tarafından deliğin yatayla yaptığı açı $\theta = 90^\circ$ seçilerek seyrelme bakımından olumlu sonuçlanacağı düşünülmüştür. (Morton, 1959) bu konuda yaptığı çalışma ile deşarj edilen su kütlesinin hareket etme eğilimi göstereceği yönün tersine hareket etmesini sağlayarak “zorlanmış saçak” haline geldiğini ortaya koymuştur. Daha sonra (Turner, 1966) tarafından tuzlu suyun tatlı suya deşarjı deneyleri yapılarak bu oluşan zorlanmış saçığın önce yukarı yönlü hareket yapıp devamında deşarj deliği üzerine çökme şeklinde hareket yaptığı gösterilmiştir. Bu çalışmada jetin yukarı yönlü hareketinin sabit olmayıp değişken olduğu ortaya konulmuştur. (Abraham, 1967) tarafından gerçekleştirilen bir çalışmada ise Froude sayısı ile bu su jeti yüksekliği tahmin edilmeye çalışılmıştır. Ancak bu zor bir iş olduğu ve atıksu kendi kaynağı üzerine geri çökeldiği için uygun olmayan bir yöntemdir. Daha sonra (Fox, 1970) tarafından yukarı doğru yönlendirilmiş yoğun jet, lineer tabakalaşma durumunda incelenmiştir. Yukarı doğru hareketin gerçekleşmesinin jet hızının yüksekliğine bağlı olduğu ortaya konulmuştur. Çok yoğun tuzluluğu olan deniz suyuna deşarjı (yüzücü olmayan) ise (James, Vergana ve Kim, 1983) tarafından incelenmiş ve eğer yeterince derinde ve yüksek Froude sayısı ile çalışıldığı takdirde istenilen seyrelme değerine ulaşılabilceği belirtilmiştir Durgun ortamda gerçekleştirilen bu deneylerin

yanında bir da yanal ortam akıntısının olduğu durumlarda yüzücü olmayan atıksular için yapılan deneylerde (Holly, Jr. ve Grace Jr., 1972) düşey çökmenin önlenebileceği bulunmuştur. Ancak, yatay uzaklığa bağlı seyrelmenin sağlanabileceği Moawad ve Rajaratnam tarafından yapılan deneysel çalışma neticesinde oraya atılmıştır.

Yanal hareket eden yoğun jetler, sadece yatay veya düşey hareket etmiş olan jetlere göre seyrelme bakımından daha olumlu olması nedeniyle deşarj $0^\circ < \theta_0 < 90^\circ$ şekilde yukarı yönlü eğim verilmesi idealdir. (Zeitoun, McIlhenny ve Reid, 1970) tarafından bu konudaki başlangıç çalışmaları gerçekleştirilmiştir. Zeitoun bu konuda 30° , 45° , 60° ve 90° 'lik açılar inceleyerek en ideal durumun 60° olduğunu belirtmiştir. Burada çıkış suyu saçağı en uzun yörüngeyi izlemektedir. Yoğun jet konusunda akıntılı ortamda $\theta_0 = 60^\circ$ ve 90° için Roberts ve Toms tarafından deneysel çalışma yapılmıştır. Bu çalışmada 60° 'de yüksek seyrelme elde edildiği ve bu durumda kirliliğin kendi üzerine düşmediği belirlenmiştir. Yine (Roberts ve Toms, 1988) tarafında bu deneylerdeki veriler ışığında 60° ile yukarı yönlendirilmiş deşarj delikleri olan yoğun deşarj yayıcısını incelemişlerdir. Bu inceleme ışığında Güney Afrika Cumhuriyeti'nin Duban kentinde okyanusa endüstriyel deşarj yapan ve yoğun atıksu kullanan deşarj tesisinde yukarı doğru verilen açının gerçek koşullarda yararlı olduğu görülmüştür. (Tatom, 1985) tarafından bu tip ısıl deşarjlarda ısıl genleşmenin göz önünde tutulması gerektiği belirtilmiştir. Bunun sonucunda ısıl deşarj için ısıl genleşme göz önünde bulundurularak ısıl olmayan deşarj hesap ve deneylerinden yararlanılması ancak ısıl deşarj deney ve hesaplarının özgün bir şekilde geliştirilmesi gerektiği görülmüştür (Nemlioğlu, 2003).

3. MALZEME VE YÖNTEM

Isıl deşarjın serbest atıksu jetleri şeklinde gerçekleştirildiği ve deşarj derinliğinin aşamalı olarak azaltılması sonucu, atıksu jetinin aldığı şeklin görsel olarak belirlendiği, atık ısının uzaklığa ve genişliğe bağlı olarak termometre sistemiyle ölçülerek azalmasının belirlenerek birinci seyrelmesinin ortaya konulduğu deneysel bir çalışma gerçekleştirilmiştir.

Bu çalışmada, alıcı ortamı, içerisine belirli sıcaklıkta su doldurulmuş (bir su ortamından alınarak ısıtılmış), homojen ve durgun ortamın olduğu bir deney tankı, deşarjı ise rodamin B ile renklendirilip $\Delta T_0 = +5^\circ\text{C}$ deşarj sıcaklık farkı ile yapılan, yataya göre 0° , 15° , 30° , 45° ve 60° yukarı yönlendirip, belirli hızlarda gerçekleştirilen dairesel bir delikten yapılan yapay atıksu jeti temsil edilmiştir. Suyun yine aynı ortama dipten yukarı doğru başlangıç açısı $\theta = 0^\circ$, 15° , 30° , 45° ve 60° verilmesi halinde sıcaklık değişiminin jetin seyrelme miktarı ve jetin izlediği yörüngenin belirlenmesi amaçlanmıştır.

Her deney öncesinde deşarj suyu ve alıcı ortam suyundan örnekler alınıp ve daha sonra yoğunlukları ölçülerek belirli hızlarda gerçekleştirilen dairesel bir delikten yapılan yapay atıksu jeti temsil edilmiştir.

Delik üzerindeki su yüksekliği aşamalı olarak azaltılarak sıcak deşarj gerçekleştirilmiştir ve engelle karşılaşmamış serbest jet ile sığlaşma nedeniyle engellenmiş (yüzeye çarpmış) durumları arasında, jet tepe noktası, varsa, jet tabana çarpma noktası uzaklıkları, varsa, jet yoğunluk akıntısı kalınlıkları, en yüksek kirlilik değerlerinin bulunduğu kaynaktan, uzaklığa bağlı elde edilen jet içi merkez eksen yörüngeleri ve sıcaklık farkı, seyrelme değerleri elde edilerek birbirleriyle karşılaştırılacaktır. Sonuçta, engellenmiş olsa bile, ısı atıksu jetlerinin uygun bir şekilde garanti edilebilir bir birinci seyrelme kapasitesine ulaşıp ulaşamayacağı değerlendirilmiştir.

Gerçekleştirilen deneylerdeki ölçülerek elde edilen su yoğunluğu değerleri ve diğer deneysel sonuçların aritmetik ortalaması alınarak veriler düzenlenmiştir. Dairesel delik çapı $d = 0,5\text{cm}$ ve delik üzerindeki su yüksekliği $H = 50\text{cm}, 20\text{cm}, 15\text{cm}, 10\text{cm}$ ve 5cm bu şekilde alarak deneyler yapıp, yani $H/d = 100, 40, 30, 20$ ve 10 olacak şekilde seçilip sıcak deşarj gerçekleştirilmiştir. Her bir deneyi üçer kez tekrarlanmıştır.

Tez çalışmasında dairesel bir delikten yapılan deşarj uygulaması için yoğunluksal Froude sayısı pratikte ekonomik deşarj şartlarının sağlanması için gerekli olan değeri civarında (20 ve 30 arasında) değeri seçilecek olup, seyrelme, jet yörüngesi ve şekli üzerindeki etkilerinin anlaşılabilmesi için daha geniş aralıklar da denenmektedir. Froude sayıları saf suyun yoğunluğuna göre bir ön yaklaşımla teorik olarak belirlenen debiler kullanılarak ayarlandı. Her deney öncesinde deşarj suyu ve alıcı ortam suyundan örnekler alındı ve daha sonra yoğunlukları ölçüldü. İfade aşağıdaki denklem (3.1) yardımıyla hesaplanmaktadır:

Eşitlik (3.1)'de ifade edilen F Froude sayısı çok yoğun ortamda hareket eden az yoğun jetler için verilmiştir.

$$F = \frac{u}{\sqrt{g'_0 d}} \quad (3.1)$$

u : hız, d : delik çapı, g'_0 : etkili yer çekimi ivmesi

Etkili yerçekimi ivmesinin hesaplanmasında denklem (3.2)'deki ifade kullanılmaktadır:

$$g'_0 = g \frac{(\rho_a - \rho_0)}{\rho_a} \quad (3.2)$$

g : yerçekimi ivmesi, ρ_0 : atıksu yoğunluğu, ρ_a : alıcı ortam yoğunluğu

Türbülanslı akışın sağlanabilmesi için ise Reynolds sayısının $Re = u \cdot d / \nu > 2000$ (ν : kinematik viskozite) olması sağlanacaktır. Bazen bu durum sağlanamadığı için, bu durum belirlenerek bulgularda dikkat çekildi.

Bu çalışmada alıcı su ortamı gerek yoğunluk, gerekse sıcaklık bakımından homojen (üniform) ve durgundur. Alıcı su ortamının durgun olması, yoğunlukla her türlü hareketin söz konusu olabildiği haller içerisinde seyrelmenin az gelişim gösterebildiği en olumsuz durumlardan birini oluşturmaktadır. Alıcı su ortamını bir pleksiglas deney tankı içerisindeki su, soğuk su deşarjını ise $\Delta T_0 = +5^\circ\text{C}$ sıcaklık farkı verilmiş ve rodamin B iz maddesi eklenerek 0,1 g/L konsantrasyonu olan çözelti temsil etti. Her iki su ortamı da şebeke suyundan hazırlandı. Kullanılan iz maddesi Prasad marka olup eşdeğeri Merck marka rodamin B ile erime noktaları karşılaştırılarak saflık değeri kontrol edildi. 0,1 g/L rodamin B çözeltisi ile çözeltinin hazırlandığı şebeke suyu yoğunlukları arasında yoğunluk ölçer cihaz ile kontrol yapıldı ve önemli bir fark bulunamadı.

Başlangıç deşarj sıcaklık değeri T_0 ile şartlandırılan yapay ısı atıksu jeti, başlangıç sıcaklık farklılığı $\Delta T_0 = T_0 - T_a$ ile sürekli gerçekleştirilecek bir deşarj ile oluşturulacak, yerel olarak jet enkesit içi T sıcaklık değerleri ölçülecek ve enkesit içi en yüksek değer seçilerek

$$\Delta T_m = T_m - T_a \quad (3.3)$$

Gerçekleştirilen deneyler sonucunda sıcak su jet merkezi boyunca ısıl kirliliğin birinci seyrelme ifadesi S_1 aşağıdaki eşitlikte verildiği gibidir:

$$S_1 = \frac{\Delta T_0}{\Delta T_m} \quad (3.4)$$

$$S_m = \frac{T_o - T_a}{T_m - T_a} \quad (3.5)$$

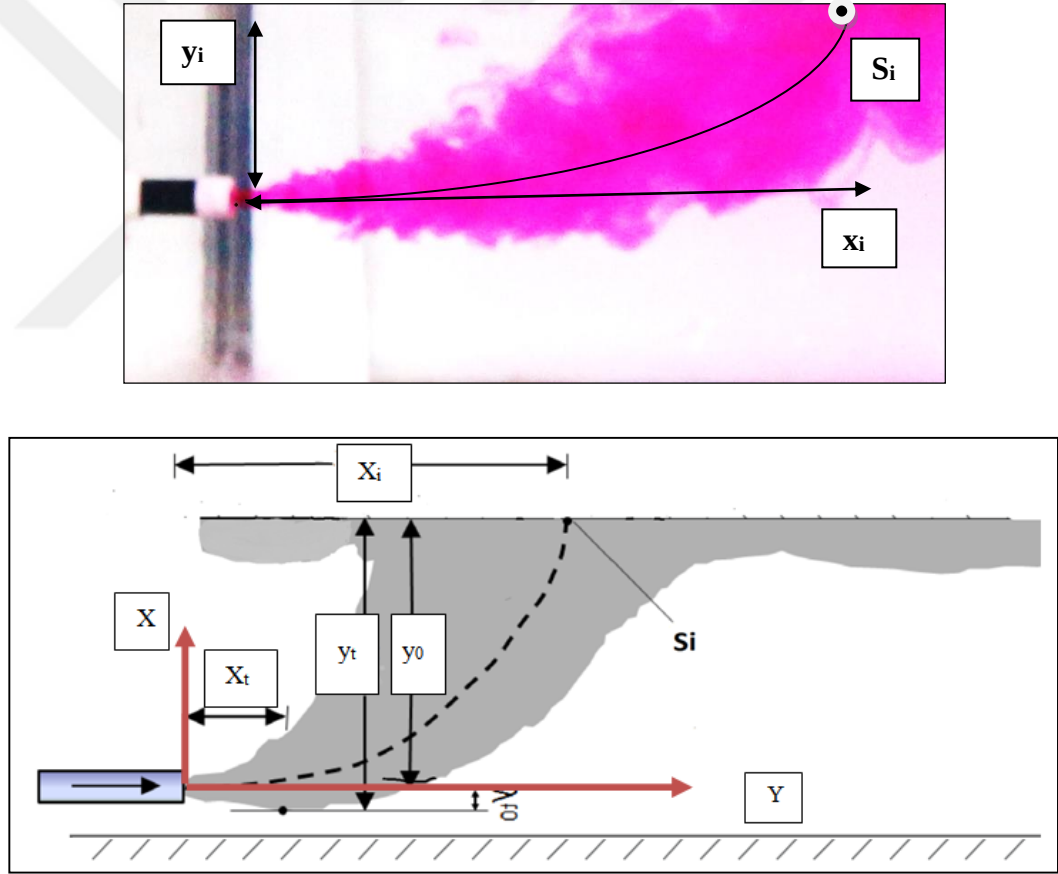
T_m : yerel maksimum sıcaklık farkı (T_4 nolu kanal) .

Burada ΔT alıcı ortama deşarj edilen sıcaklık farkı ($\Delta T_0 = T_0 - T_a$, T_a = alıcı ortam sıcaklığı, T_0 = deşarj sıcaklığı; ΔT_m jetin her hangi bir kesitindeki en yüksek sıcaklık farkı değeridir (jet merkezinde oluşur).

yerel ΔT_m değerleri jet orta noktasında ($z=0m$) elde edildi, bunun nedeni, jet çarpma noktası civarı ve sonrasında su yüzeyinde oluşan çarpma nedeni çalkantıdır. Bu çalkantı yüzeye çok yakın ortadankinden daha kalın problemin hava ile temas etmesine neden olarak oluşum sonuçlarının bu problemlerde dikkate alınmasına neden oldu.

Deneyler (A, B, C) yapıldı her deney için, (A) deneyindeki çarpma noktası x/dF değerindeki y/dF enterpolasyon y/dF ortalama alındı.

Ayrıca bu ölçümün elde edildiği yatay ve düşey koordinatlar x , y olarak jet merkez eksenini yörüngesini ifade edecektir. Şekil 3.1 ve 3.2’de örnek bir jet ve yörünge görüntüsü verilmiştir.



Şekil 3.1: Sıcak su deşarjı.



Şekil 3.2: Sıcak su deşarjı için hazırlanmış genel atıksu jeti deşarj karakteristikleri.

3.1. DENEYLERİN YAPILIŞI

Deney tankına doldurulan şebeke suyunun sıcaklığı alıcı ortam suyu sıcaklığı T_a olarak portatif sıcaklık ölçer ile ölçüldü. Deşarj edilecek rodamin B ile renklendirilmiş, alıcı su ortamı ile aynı özellikli su $\Delta T_0 = +5^\circ\text{C}$ olacak şekilde T_0 sıcaklığına kadar su banyosunda ısıtıldı. Hem su banyosundaki, hem de deney tankındaki suların yoğunlukları ρ_0 ve ρ_a yoğunluk ölçer ile okundu. Deşarjın gerçekleştirileceği Froude sayısının sağlanabilmesi için u_0 başlangıç hızı hesaplandı. Deşarj edilecek su, deney tankı ile su banyosu arasındaki sıcaklık kayıplarının dengelenebilmesi için üç yollu bir vana kullanılarak deşarj öncesinde deşarj debisi q ile geri devir yaptırıldı. Pompalamada peristaltik pompa kullanıldı. Debinin tam doğru olması için deşarj hattı içerisine yerleştirilmiş olan bir debi ölçerden yararlanıldı. Üç yollu vana içerisindeki PT100 sıcaklık sensörü ile T_0 sıcaklığına ulaşıp ulaşılmadığı kontrolü yapılarak, sıcaklık kayıplarının giderilmesine yetecek kadar su banyosu daha da ısıtıldı. Vana içindeki sıcaklık sensörü kararlı bir şekilde T_0 sıcaklığını gösterdiğinde deşarj işlemine başlandı.

Sıcaklığın T_0 değerine getirildiği süre içerisinde tankta oluşabilecek sıcaklık değişiminin eşit dağılımının sağlanabilmesi için tank içindeki su karıştırılarak homojenize edildi. Tank içerisine yerleştirilmiş 7 tane PT100 sıcaklık sensörünün kalibrasyonu için sıcaklık ölçer cihazı (veri kaydedici) T_a alıcı ortam sıcaklığı ölçümü yapılarak değer sapmaları düzeltildi. Bu 7 tane PT100 sıcaklık sensörü biri jet

merkezinde olmak üzere jet en kesiti düzlemine dik gelecek şekilde y eksenini boyunca birbirlerine 10 cm uzaklıkta deşarj deliğine dik olarak prop taşıma aparatına yerleştirildi. Başlangıç koşulu olarak delik üzerindeki su yüksekliği $H = 50\text{cm}$, 20cm , 15cm , 10cm ve 5cm şeklinde olarak dairesel keskin kenarlı (kalın et kalınlıklı) delik çapı $d = 0,5\text{ cm}$ olacak şekilde deneyler yapıldı.

Kronometre çalıştırılarak üç yollu vana akış geri devirden deney tankına yönlendirildi. Tank yüksekliğinin yarı seviyesinde sabitlenmiş bir dijital kamera ile her 3 saniyede bir x-y eksenini kapsayan iki boyutlu fotoğraf çekimi gerçekleştirildi. Bu aşamada sıcaklık sensörleri tank içerisinde jetin ulaşmadığı bir noktada tutuldu. Jet kararlı şeklini aldıktan sonra veya su yüzeyine veya tabana çarptıktan sonra, sıcaklık sensörleri jetin kaynağına en uzak noktasında jet merkezi içerisine sokularak data logger ile sıcaklık ölçümleri yapılmaya başlandı. Jetin yatay bileşeni olduğunda yatay, olmadığında düşey eksenindeki belirli uzaklıklarda jet içerisinde sıcaklık okumaları gerçekleştirildi. Bu sırada deşarj sürekli gerçekleştirildi. En genel durum olan yatay bileşenin olduğu durumda jetin ulaştığı en uzak nokta içerisine sokulan sıcaklık sensörleri x ekseninde sabitlendikten sonra görsel olarak yaklaşık belirlenen jet merkezi içerisine sokularak sıcaklık okuması gerçekleştirildi. Daha sonra jet en kesiti içerisinde y eksenini boyunca yukarı aşağı hafif kaydırmalar yapılarak sıcak su jetinin en yüksek ve kararlı olarak elde edilen sıcaklık okuması değerleri 7 sensör için de kaydedilir ve bu noktanın x, y koordinatları elde edilir. Bu işlemler sırasında en yüksek değerin elde edilmesinde esas olarak kabul edilen sıcaklık sensörü jetin $y = 0\text{ cm}$ olan ve x eksenini üzerinde hareket ettirilen merkezdeki sıcaklık sensörüydü. Deşarj kaynağına daha yakın diğer ölçüme x ekseninde deliğe doğru yaklaşıp konum sabitlemesi yapıldıktan sonra y eksenini boyunca benzer görsel jet merkezi belirleme ve hassas olarak koordinat ve sıcaklık değerlerinin elde edilmesi şeklinde işleme devam edildi. Bir kez sıcaklık okuması gerçekleştirildikten sonra jetin çok genişleyerek saçaklaştığı durumlarda, bulunan koordinattan daha uzaktaki merkez eksen sıcaklık okuması bilindiğinden, bu değerden daha yüksek bir değer aranmış olması, hatalı sıcaklık okuması durumunu engelledi.

Deşarj deliğinden en uzak ölçüm noktasının belirlenmesinde jetin merkez koordinatının belirlenemediği ve/veya su yüzeyine çarparak şeklinin değiştiği noktalardan kaynağa daha yakın nokta tercih edildi.

Sıcaklık okumaları jet kaynağından başlanarak önce 5 cm, sonra 10 cm ve daha sonra 20 cm aralıklarla gerçekleştirildi. Deşarj deliğinden en uzak ölçüm noktasının belirlenmesinde jetin merkez koordinatının belirlenemediği ve/veya su yüzeyine çarparak şeklinin değiştiği noktalardan kaynağa daha yakın nokta tercih edildi. Her deney ikişer kez gerçekleştirildi.

Deşarjına başladığı andan, kararlı bir hal alıncaya kadar elde ettiği şekillerin her 3 saniyede bir jet boy kesiti boyunca fotoğraflanması sonu iki boyutlu y-z eksenine göre jet yörüngeleri elde edildi. Bu fotoğraflama işlemi sonucunda elde edilen görüntüler birbiri peşi sıra görüntülenerek bir film gibi jetin kararlı hale gelinceye kadar ve kararlı hale geldikten sonra izlediği yörünge ve jet-saçak oluşumu durumu incelendi. Fotoğraflama sonucunda jet yukarı doğru yönlendirildiği zaman oluşan tepe noktasına ulaşınca ya da su yüzeyine çarparak yapay bir tepe noktası oluşturuncaya kadar jet gövdesinden ana akış yönü dışına küçük akışlar gözleniyorsa bu tip akışlar “saçak” olarak değerlendirildi, bu tür ikincil akışların son derece az görüldüğü geçiş koşulları “saçak/jet” olarak, bunun dışında kalan deşarj edilen su kütlesinin tek parça olarak hareket ettiği durum ise “jet” olarak kategorize edildi.

3.1.1. Deneylerde Yapılan Kabuller

Bu çalışmanın gerçekleştirilebilmesi için bazı kabuller yapılarak bu şartların sağlanmasına özen gösterildi. Bu kabuller aşağıdadır:

Deneylerin gerçekleştirildiği akışkanlar sıkıştırılamazdır. Deneyler sırasında deşarj edilen akışkan ve alıcı ortam akışkanı partikül madde içermemektedir. Deşarj edilen ve alıcı ortam akışkanları ısı ve yoğunluk bakımından homojendir. Akım tamamıyla türbülanslıdır. Moleküler taşınım, türbülanslı taşınımın yanında ihmal edilebilir. Bu durumda Reynolds sayısına bağımlılık yoktur. Boyuna türbülanslı taşınım, boyuna advectif taşınım ile karşılaştırıldığında küçüktür. Akım bölgesi boyunca basınç hidrostatiktir. Jet yörüngesinin eğim açısı küçüktür. Diğer bir deyişle, jetin yerel karakteristik genişliğinin jetin eğrilik yarı çapına oranı küçüktür. Eğim açısının etkisi ihmal edilebilir seviyededir. Her bir jet yörüngesinin normal doğrultudaki enkesitindeki hız profilleri benzerlik göstermektedir. Bu çalışmada yaklaşık 6,2d uzunluğunda kabul edilen akım oluşum bölgesi de jet yörüngesine katıldı ve hareket başlangıcı akım oluşma bölgesi sonu değil, doğrudan deliğin kendisi olarak benimsendi.

3.2. DENEYSEL VERİLERİN DEĞERLENDİRİLMESİ

Bu çalışmada elde edilen veriler başlıca üç ana gruptur:

- Sıcaklık dağılımı
- Jetin yörüngesi
- Jet merkez koordinatları

3.2.1. Sıcaklık Dağılımı

Sıcaklık sensörlerinin su jetinin içerisine sokularak elde edilen sıcaklık dağılımları, birbirine paralel 7 tane sensörün jetin merkezinin geometrik merkezi ile çakışık olup olmadığının belirlenmesinde kullanıldı. Sıcaklık ölçümleri sırasında jette bir miktar şekil bozukluğu oluşabildiğinden, bu çalışmada sadece merkezi oluşturan orta noktadaki sıcaklık verileri kullanıldı.

3.2.2. Jet Yörüngeleri

İçerisine iz maddesi katılarak alıcı ortam içerisinden neredeye ulaştığı rahatça gözlenebilir hale getirilen jetin, deşarjına başladığı andan, kararlı bir hal alıncaya kadar elde ettiği şekillerin her 3 saniyede bir jet boy kesiti boyunca fotoğraflanması sonu iki boyutlu x-z eksenine göre jet yörüngeleri elde edildi. Bu fotoğraflama işlemi sonucunda elde edilen görüntüler birbiri peşi sıra görüntülenerek bir film gibi jetin kararlı hale gelinceye kadar ve kararlı hale geldikten sonra izlediği yörünge ve jet-saçak oluşumu durumu incelendi. Fotoğraflama sonucunda jet yukarı doğru yönlendirildiği zaman oluşan tepe noktasına ulaşınca kadar veya su yüzeyine çarparak yapay bir tepe noktası oluşturuncaya kadar jet gövdesinden ana akış yönü dışına küçük akışlar gözleniyorsa bu tip akışlar “saçak” olarak değerlendirildi, bu tür ikincil akışların son derece az görüldüğü geçiş koşulları “saçak/jet” olarak, bunun dışında kalan deşarj edilen su kütlelerinin tek parça olarak hareket ettiği durum ise “jet” olarak kategorize edildi. Su yüzeyine çarparak oluşan tepe noktası, bu çalışmada “yapay tepe noktası” olarak isimlendirildi.

Ayrıca, fotoğraflamanın dışında deneyin yapılışı sırasında deşarj edilen su kütlelerinin yukarıdan x-y düzlemi boyunca gözlenmesi ve sıcaklık ölçümleri sırasında sıcaklık sensörlerindeki ölçümlerin minimum sıcaklık değerini kararsız bir şekilde gösterdiği,

sıcaklık sensörlerinde minimum sıcaklık ölçümünün gerçekleştiği sensörün sabit ve x eksenine çakışık kalmadığı durumlara “salınlımlı” belirlenmesi yapıldı.

3.2.3. Jet Merkezi Koordinatları

Belirli x/d uzaklıklarında jet enkesiti yataya ve birbirlerine paralel yerleştirilmiş jet kaynağına dik 7 adet sıcaklık sensörü ile z eksenine boyunca jet enkesitinin yukarıdan aşağıya doğru taranması sonucunda minimum sıcaklıkların elde edildiği koordinatlar deneme yanılma yöntemiyle elde edildi. Bu koordinatların tam olarak nerede oluştuğunun bulunmasında görsel olarak tepe noktasına ulaşmaya kadar jetin geometrik merkezinde olup olmadığı kontrolü yapılarak sıcaklık ölçümlerinin minimum olduğu koordinatlar daha büyük bir kesinlikle belirlenebildi.

Jetin tepe noktasından daha sonraki kaynaktan daha uzak sıcaklık ölçümleri sırasında jet iyice dağılarak sıcaklık farklılıklarının son derece az bir değişim gösterdi. Aynı zamanda jet kütesinin dağılması ve deney tankına çarpması sonucu geometrik merkezin bulunması da söz konusu olamadı. Bu durumda jet merkez koordinatları sıcaklık değerlerinin aynı enkesit içinde jetin alt ve üst kısımlarına yaklaşıldıkça artış göstermeye başladığı noktalara göre yaklaşık orta nokta belirlenmeye çalışılarak jet merkez koordinatı elde edildi.

Ayrıca, jetin su yüzeyine çarptığı yapay tepe noktası durumlarında jette bir miktar şekil değişimi olabildiğinden yine tepe noktası sonrası jet merkezi koordinatlarının kesinliğinde küçük bir miktar sapma olabildi. Bundan başka, jetin çok düşük hızlarla hareket ettiği saçak, salınlımlı halinde sıcaklık ölçümlerinin gerçekleştirilmesi sırasında su kütesine sıcaklık sensörleri yaklaştırıldığında sensörlerden kaynağa doğru uzaklaşma eğilimi gösterebildiğinden, yine tepe noktası sonrası merkez koordinatlarında küçük bir sapma olabildi.

Jet içinde sıcaklık ölçümlerinin gerçekleştirilmesinde sensörlerin su içerisine sokulması dışında henüz başka bir yöntem bulunamadığı için, jetlerle ilgili diğer çalışmalarda olduğu gibi bu çalışmada da jet merkez koordinatlarının belirlenmesinde hızın daha düşük olduğu tepe noktası sonrası koordinatlarında az da olsa bir sapma olması kabul edildi.

3.3. DENEYLERDE KULLANILAN CİHAZ VE EKİPMANLAR

3.3.1. Deneylerde Kullanılan Cihaz ve Esas Ekipmanlar

- Pleksiglas deney tankı (en x boy x yükseklik: 80 x 200 x 115 cm)
- Soğutucu ısıtıcı dijital su banyosu
- Peristaltik pompa
- Dijital debi ölçer
- Sıcaklık ölçer data logger (8 adet PT100 sıcaklık sensörlü)
- Portatif sıcaklık ölçer
- Yoğunluk ölçer
- Dijital kamera
- Kronometre
- Prop taşıma aparatı
- Deşarj delikleri (teflon)

3.3.2. Yan Ekipmanlar

- Ölçek levhası
- Çeşitli çaplarda silikon hortumlar
- Hortum için izolasyon malzemesi
- Su terazisi (80 cm)
- Gravimetrik açılı ölçer
- Fotoğraf makinesi sehpası
- Hassas terazi
- Manyetik karıştırıcı
- Sirkülasyonlu ısıtıcı

3.4. DENEYLERDE KULLANILAN CİHAZ VE EKİPMANLARIN ÖZELLİK VE DUYARLILIKLARI

3.4.1. Pleksiglas Deney Tankı

Pleksiglas deney tankı boyutları içten içe en x boy x yükseklik: 76,5cm x 196cm x 119,5cm üst yüzeyi açık diğer bütün yüzeyleri pleksiglas levhalardan üretilmiş, çelik çerçeve ile desteklenmiş bir su deposudur. Deney tankı Şekil 3.3'te görülmektedir.

Tank, sol yan yüzeyinde 3 tane, taban merkezinde 1 tane olmak üzere toplam 4 ayrı 1cm iç çaplı deşarj noktasına sahiptir. Teflondan üretilmiş olan deşarj noktalarına çeşitli çap, açısı ve delik tiplerinde deşarj deliği monte edilebilir özelliktedir. Deşarj noktası üç eksenli bir vana ile pompadan gelip debi ölçerden geçen deşarj hattına bağlıdır. Tabandaki 4 tane 1 ¼ inç çaplı küresel vana ile boşaltım sağlanmaktadır. Tankın doldurulmasında kullanılan şehir şebeke suyu dışarıdan 2 tane hortumlu bağlantı borusu ile ulaştırılmaktadır. Deney tankı içerisindeki su seviyesinin deşarj sırasında sabit kalabilmesi için deşarj edilen debinin aynısının peristaltik pompa ile aynı anda çekilmesini sağlayan deşarj noktasından en uzaktaki sağ arka köşe yerleştirilmiş bir dip savak bulunmaktadır.

Deney tankının içerisinde numune alma amacıyla (sıcaklık ölçümlerinde) kullanılan boruların (PT100 sıcaklık sensörlerinin) her yöne hareket ettirilmesini sağlayan üç eksenli prop taşıma aparatı bulunmaktadır. Bu aparat üzerinde y eksenli yükseklik okumalarının gerçekleştirildiği bir metre bulunmaktadır. Ayrıca x ekseninde de bir metre vardır. Aparat ile numune alma noktaları kaydırıldıkça bulunan konumu gösteren bir parça ile x eksenindeki konum belirlenebilmektedir.

Tankın arka yüzeyi beyaz bir fon haline getirilmiştir ve diğer tüm yüzeyler saydamdır. Üst yüzey ise atmosfere açıktır. Fotoğraflamada algılamanın kolaylaşması için x ve z eksenleri tank üzerinde işaretlenmiştir. Perspektif nedeniyle jet boyutlarının yanlış ölçülmemesi için tank içerisine x eksenli üzerine bir ölçek levhası yerleştirilmiştir. Ölçek levhasının üzerinde en büyüğü 10 cm olan kareler bulunmaktadır. Tankı destekleyen çelik çerçevenin yere oturan kısımları yükseklik ayarlı ayaklardan oluştuğundan tankın su terazisinden yardımıyla tankın düzeçlenmesi sağlanmıştır.

3.4.2. Yüksekliği Ayarlanabilir Pleksiglas Taban

Yüksekliği ayarlanabilir pleksiglas taban boyutları en x boy x yükseklik: 65 x 115 x 1,5cm'dir, pleksiglas levhadan üretilmiştir. Bu taban Karadeniz'in dip kısmını temsil etmektedir. Çayeli Bakır İşletmeleri'nin derin deniz deşarjı yaptıkları bölgede deniz tabanı eğimli olduğundan pleksiglas taban da deneyde 16,7° eğimli olarak kullanılmıştır.

3.4.3. Soğutucu-Isıttıcı Dijital Su Banyosu

Su banyosu, deşarj edilecek olan rodamin B çözeltisinin sıcaklığının ayarlanması ve homojen olarak sabit tutulması amacıyla kullanıldı. PolyScience markadır. Cihaz Şekil 3.4'te görülmektedir. 28 litre hacimli bir haznesi ve hazne içinde homojenliği sağlayan karıştırıcı pompası vardır. Cihaz, $\pm 0,01^{\circ}\text{C}$ hassasiyette hazne içindeki sıvının sıcaklığını ayarlayabilmekte, ayarlama işlemi $\pm 0,25^{\circ}\text{C}$ hassasiyetle dijital olarak otomatik kontrol edilebilmektedir. Sıcaklık kontrolü hem ısıtma, hem de soğutma ile sağlanabilmektedir. Cihazın sıcaklık sensörü dört kanallı RTD probu olup Gallenkamp kalorimetrenin cıvalı termometresi ile kalibrasyonu kontrol edilmiş ve sapma belirlenmemiştir.

3.4.4. Peristaltik Pompa

Peristaltik pompanın markası ve modeli Cole Parmer Masterflex'tir. Şekil 3.5'te görülmektedir. Pompa dijital debi kontrollü olup Masterflex hortum kullanılarak 120 ila 4000 mL/dakika debi aralığında istenen debilerde rodamin B çözeltisinin su banyosundan deney tankına aktarılmasında kullanıldı. Pompa kapalı bir sistemle çalışıp aktardığı sıvı ile doğrudan bağlantı halinde olmayan bir sisteme sahiptir. Bu nedenle istenen debinin akıtılmasında, su kaynağı depodaki su seviyesinin değişimiyle oluşan basınç değişikliklerinden hemen hemen hiç etkilenmemektedir. Bu özellikten ve dijital debi ölçerden yararlanılarak sabit basınç ve debi ile istenen deşarj sağlandı. Pompanın iki tane başlığı olup aynı anda aynı debiyi iki farklı kanalda akıtabilme özelliğine sahiptir. Bu özelliğinden yararlanılarak tek pompa ile aynı anda tank içine istenen deşarj yapılırken, dip savaktan da deşarj edilen debi ile aynı miktarda su çekilerek tank içindeki su seviyesinin sabit kalması sağlandı. Bütün hortumlar silikon olup, sünger yapılı İzocam izolasyon malzemesi ile pompa başlığı içindeki hariç bütün hortumlar ısılsız olarak yalıtıldı.

3.4.5. Dijital Debi Ölçer

Cihazın markası ve modeli McMillan S-112'dir. Şekil 3.6'da görülmektedir. Peristaltik pompa tarafından ayarlanan debinin kontrol edilmesi ve hassas debi ayarlamalarının yapılması amacıyla kullanıldı. Debi ölçer pirinçten yapılmış olup içinden geçen sıvının türbinini döndürmesi tekniği ile ölçüm yaptığından sıcaklık değişimlerinden az

etkilenme özelliği vardır. Çalışma aralığı 200 ila 5000 mL/dakika, sıcaklık hassasiyeti $\leq \pm 0,2$, ölçüm doğruluğu $\leq \pm 1$ 'dir. Sonuçlar dijital olarak göstergesinden elde edilir.

3.4.6. Sıcaklık Ölçer

Sıcaklık ölçer data logger (veri kaydedici) cihazının markası ve modeli Lufft Opus 200'dür. Şekil 3.7'de görülmektedir. Sıcaklık ölçer, 1 sn sıklıkta sıcaklık verisi okuyarak, depolamaktadır. Yapılan ölçümlerin türbülansstan etkilenmemesi için belirli sürelerde yapılan ölçümlerin zamana göre ortalaması kullanılmaktadır.

Deney tankının ve içine deşarj edilen jetin sıcaklığının ölçülmesinde kullanıldı. 8 tane sensör kanalı bulunan cihazın biri deşarj hattı içinde üç yollu vana öncesine yerleştirilmiş, diğer yedi tanesi üç eksenli prop taşıma aparatına bağlı toplam sekiz tane PT100 sıcaklık sensörü vardır. Tank içerisindeki sıcaklık sensörleri tekil olarak Şekil 3.9'da aparata bağlı halde Şekil 3.8'de görülmektedir. Çalışmada, PT100 sensörleri biri jetin x eksenine çakışmış halde birbirlerine uzaklıkları 10 cm olacak şekilde yatay ve paralel olarak aparata sabitlendiler. Cihaza bağlantı 5 m boyunda 3 yollu kablolar ile sağlanmaktadır. PT 100 sıcaklık sensörlerinin ölçümü istenen ortama temas ettiğinde ölçümü gerçekleştiren metal kısımları 4 mm çapında, 3 cm boyundadır. Jet içi ölçümleri propların jete dik olarak deşarj edilen suyun içine sokulması şeklinde gerçekleştirildi. Sensörlerin veri aktarma hızı en fazla 15 sn'dir. Sonuçlar dijital olarak elde edilir. Cihazın ölçüm aralığı -200°C ila $+450^{\circ}\text{C}$ olup, hassasiyeti $0,02^{\circ}\text{C}$ 'tır. Cihazın okuma hassasiyetinin sağlanabilmesi için referans bir değere göre kalibrasyonunun kontrol edilmesi gereklidir. Kalibrasyon, cihaz açıldıktan sonra aynı ortamda bulunan sıcaklık sensörlerinin okumalarının kontrolü, kalibrasyonu kontrol edilmiş bir portatif sıcaklık ölçer ile sensörlerin ölçtüğü sıcaklık değerlerinin hatasız olarak elde edilmesi ve düzeltme faktörü olarak işleme sokulması şeklinde gerçekleştirildi.

3.4.7. Portatif Sıcaklık Ölçer

Portatif sıcaklık ölçer cihazının markası ve modeli Jenway TDSmeter'dir. Bu cihaz ile toplam çözünmüş katı ölçümü ve sıcaklık ölçümü gerçekleştirilebilmektedir. Ancak, bu çalışmadaki deneylerde yalnızca sıcaklık ölçümü için kullanıldı. Sıcaklık ölçümü

$\pm 0,1^{\circ}\text{C}$ hassasiyetli NTC tipi bir Jenway PCT101 sıcaklık probu ile gerçekleştirilir. Cihaz, dijital göstergelidir ve Şekil 3.10’da görülmektedir.

3.4.8. Yoğunluk Ölçer

Yoğunluk ölçer cihazının markası ve modeli Anton Paar DMA 4500’dür. Şekil 3.11’de görülmektedir. Bu cihaz haznesine alınan yaklaşık 1 mL sıvı örneğin g/cm^3 biriminde yoğunluk ölçümünü gerçekleştirir. Cihaz ile aynı zamanda numunenin sıcaklık ölçümü de yapılabilmektedir. Bu çalışmada, deşarjın gerçekleştirildiği alıcı ortam suyu ve deşarj edilen rodamin-B çözeltisinin sıcaklığa bağlı olarak yoğunlukları belirlendi. Bu yöntemle yoğunluksal Froude sayısı F_o ’ın tam olarak elde edilmesi sağlandı. Cihazın yoğunluk ölçüm aralığı 0 ila 3 g/cm^3 , çözünürlüğü 0,00001 g/cm^3 , hassasiyeti $\pm 0,00005 \text{g/cm}^3$ ’tür. Cihaz, örneğin istenen sıcaklıkta $0,03^{\circ}\text{C}$ hassasiyette yoğunluk ölçümünü sağlayabilecek sıcaklık ayarlama düzeneğine sahiptir. Bu özelliği sayesinde bu çalışmada deşarj suyu ve alıcı ortam suyu örneklerinin alındıkları andaki sıcaklıklardaki yoğunluklarının elde edilebilmesi mümkün oldu. Sonuçlar dijital olarak elde edilir. Cihazın saf su için elde ettiği yoğunluk değerleri Tablo 3.1’de verilmiştir.

Tablo 3.1: Saf suyun yoğunluk değerleri (Anton Paar DMA 4500).

Sıcaklık T ($^{\circ}\text{C}$)	Yoğunluk ρ (g/cm^3)	Sıcaklık T ($^{\circ}\text{C}$)	Yoğunluk ρ (g/cm^3)	Sıcaklık T ($^{\circ}\text{C}$)	Yoğunluk ρ (g/cm^3)
1	0,99990	11	0,99960	21	0,99799
2	0,99994	12	0,99950	22	0,99777
3	0,99996	13	0,99938	23	0,99754
4	0,99997	14	0,99924	24	0,99730
5	0,99996	15	0,99910	25	0,99704
6	0,99994	16	0,99894	26	0,99678
7	0,99990	17	0,99877	27	0,99651
8	0,99985	18	0,99859	28	0,99623
9	0,99978	19	0,99840	29	0,99594
10	0,99970	20	0,99820	30	0,99564

3.4.9. Kronometre

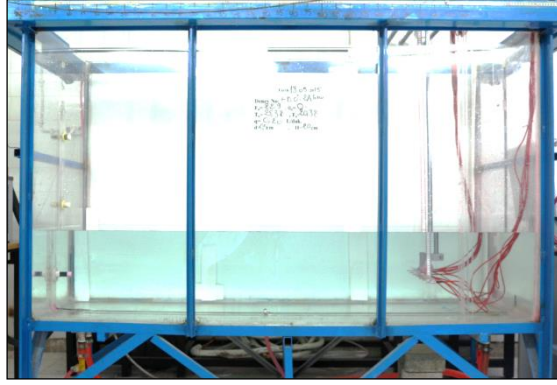
Kronometrenin markası ve modeli Casio, 2329 WS-300'dir. Fotoğrafların eşit zaman aralıklarında çekilmesinde ve deneyin zaman kontrolünde kullanıldı. Dijitaldir ve 1 milisaniye hassasiyetindedir.

3.4.10. Dijital Kamera

Dijital kameranın markası ve modeli CANON-650D 18-55 'dir. Deşarj sırasında jet hareketlerinin sürekli fotoğraflanması ve bilgisayar ortamında incelenmesinde dijital kamera kullanıldı. Fotoğraflar tank içerisine yerleştirilmiş ölçek levhası sayesinde ölçeklidir. Fotoğraflama her 2 sn'de bir gerçekleştirildiğinden, jet hareketinin aşamaları elde edilebildi. Kamera üç ayaklı bir sehpa üzerinde sabitlenerek deney tankının yarı yüksekliğinde fotoğraflama gerçekleştirilerek fotoğraflama kusurlarının en aza indirgenmesi sağlandı.

3.4.11. Prop Taşıma Aparatı

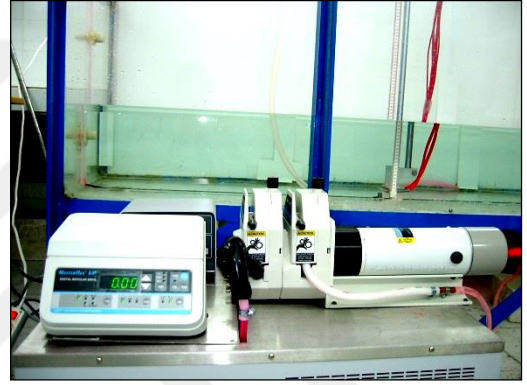
Prop taşıma aparatı aynı anda 7 adet sıcaklık sensörünü deney tankı içerisinde istenen her noktaya üç boyutlu olarak taşıyabilme özelliğine sahiptir. Tankın üstüne sabitlenmiş olan aparat ile x ekseni boyunca taşıyıcı çelik millerin üzerindeki hareket 0,01 mm hassasiyetli bilyeli yüksükler ile gerçekleştirilebilmektedir. Aparat, tanktaki x ekseni ölçeğini oluşturan metreye bir gösterge ile bağlıdır. Ayrıca y ekseni için de bir metre bulunmakta olup, merkezdeki sıcaklık sensörü deşarj deliğinin orta noktasına getirilip referans düzlemi belirlendikten sonra su seviyesi bu metre ile istenen su yüksekliği sağlanıncaya kadar tank su doldurularak hassas bir seviye kontrolü sağlanabilmektedir.



Şekil 3.3: Deney tankı.



Şekil 3.4: Soğutucu-ısıtıcı dijital su banyosu.



Şekil 3.5: Peristaltik pompa.



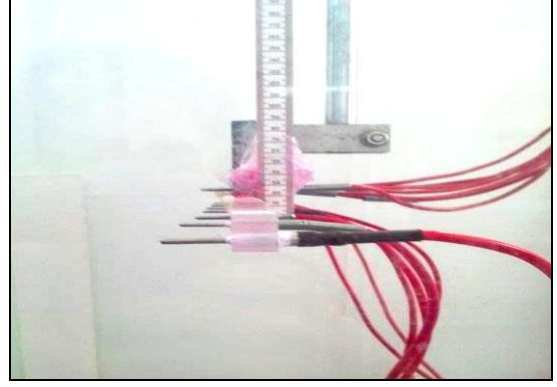
Şekil 3.6: Dijital debi ölçer.



Şekil 3.7: PT100 sıcaklık ölçer.



Şekil 3.8: PT100 sıcaklık sensörü.



Şekil 3.9: Aparata bağlı sıcaklık sensörleri.



Şekil 3.10: Portatif sıcaklık ölçer.



Şekil 3.11: Yoğunluk ölçer.

3.4.12. Deşarj Delikleri

Deneylerin gerçekleştirilmesi sırasında deşarj edilen su ile tank içerisindeki suyun birbirleriyle karşılaşmadan önce, deşarj edilen suyun deşarj noktasına ulaştırılması sırasında deşarj hattından özellikle deney tankı içerisinde ısı kazanımı yüksek ve kararsız olduğundan ısı izolasyonunun sağlanabilmesi amacıyla 0° , 15° , 30° , 45° ve 60° açılı deşarj delikleri kullanıldı. Deşarj delikleri teflondan yapılmışlardır.

3.5. KATANO' NUN EŞİTLİĞİ

Yatay soğuk su jeti merkez eksen yörünge modeli aşağıdaki gibi ifade edilir:

$$\frac{y}{d} = -0,0493F^{-2}(x/d)^3$$

$$\frac{y}{d} = \frac{-0,0493}{F^2} \frac{x^3}{d^3}$$

$$y = -0,0493 \frac{x^3}{F^2 d^2}$$

$$\frac{y}{dF} = -0,0493 \frac{x^3}{F^3 d^3}$$

$$\frac{y}{dF} = -0,0493 \left(\frac{x}{dF} \right)^3 \quad (\text{Katano ve diğ., 1979, Nemlioğlu, 2014})$$

Pozitif yüzen jet için :

$$\frac{y}{dF} = +0,0493 \left(\frac{x}{dF} \right)^3 \quad (\text{Nemlioğlu, 2015})$$

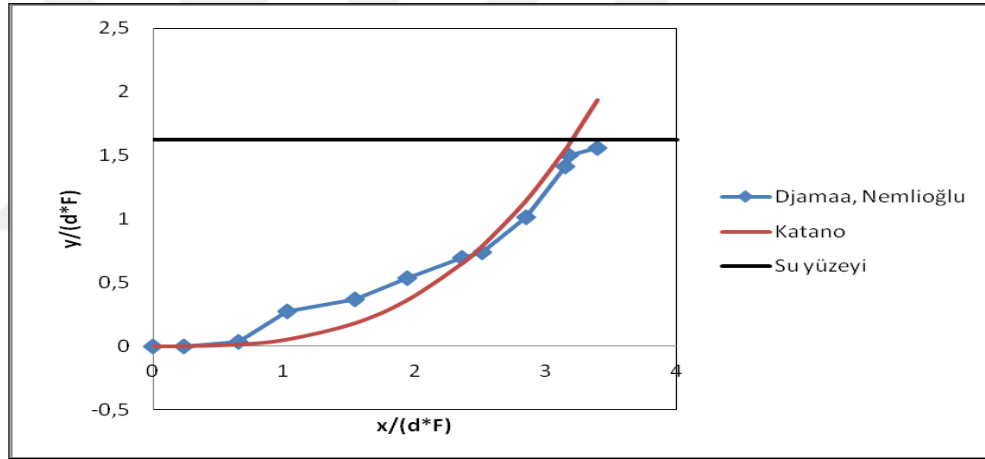
Tez çalışmasında yapıldığı deneye' den dairesel bir delikten yapılan deşarj uygulaması için yoğunluksal Froude sayısı pratikte ekonomik deşarj şartlarının sağlanması için gerekli olan 20,603 değeri hesaplandı, delik çapı $d=0,005\text{m}$ seçildi .(x) eksen başlangıç piksel koordinatı (px) ,(y) eksen başlangıç piksel koordinatı (px) ,fotoğraflardan en uç noktalar bulunup tespit edildi. kordinat okuma lineer programı kullanarak, x,y gerçek değerleri hesaplanabildi.(0,10 m=188 px) (Katano ve diğ., 1979).

tabanadan uzaklığı=15,3cm, yüzeyden (su) uzaklığı= 19,2cm.

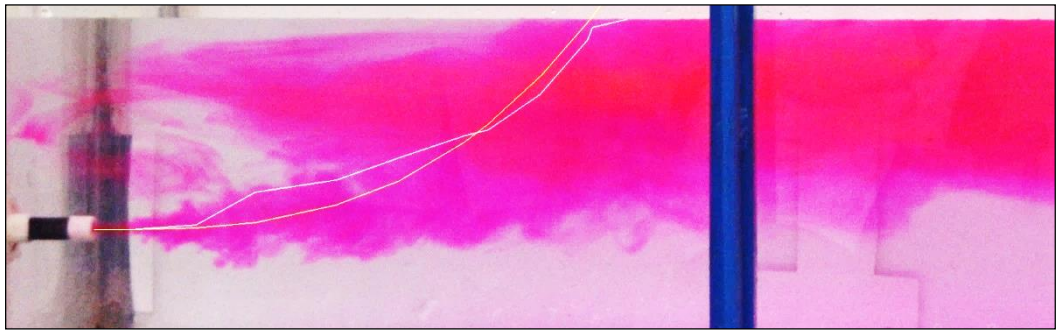
koordinat okuma lineer kullanarak aşağıdaki sonuçlar (Tablo 3.2) ve grafik (Şekil 3.12) çizildi. detaylı fotoğraflar ise Şekil 3.13 ve Şekil 3.14' te verildi.

Tablo 3.2: Örnek bir yatay jetin merkez eksen koordinatlarının deneysel ve uyarlanmış Katano vd. 1979 eşitliği ile elde edilmiş değerlerinin dağılımı.

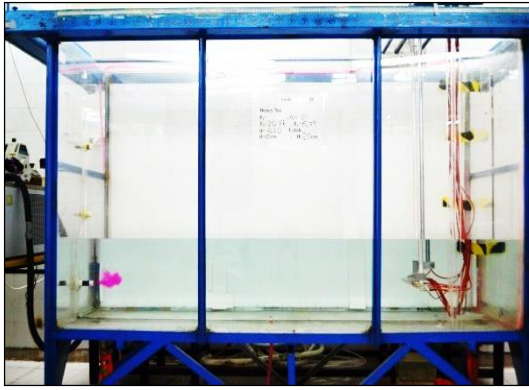
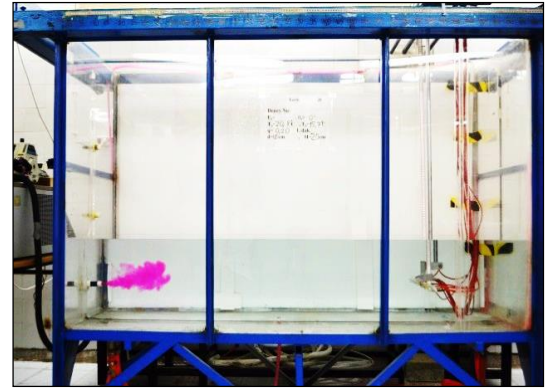
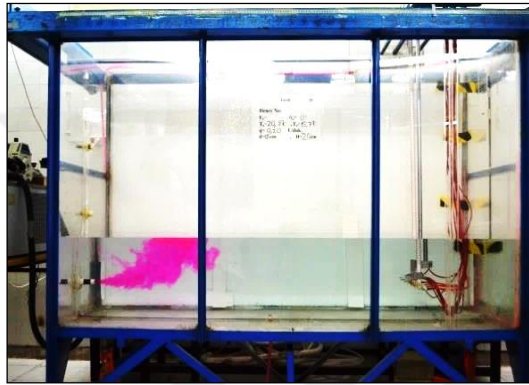
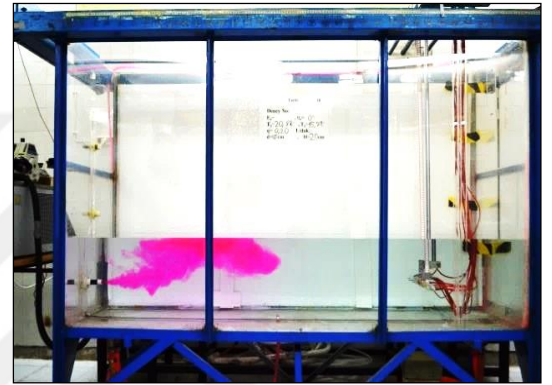
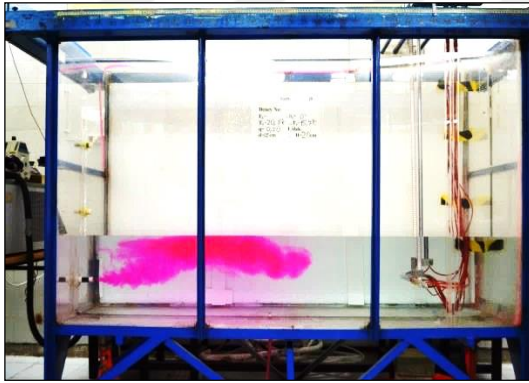
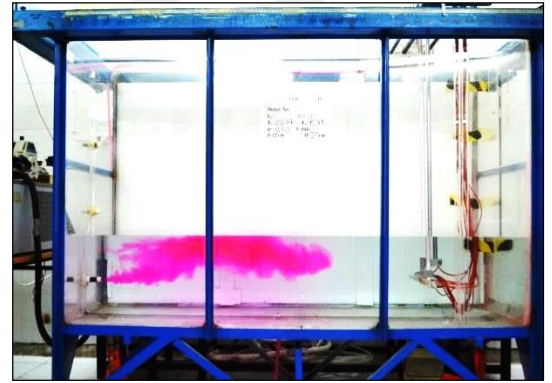
x(m)	x/(d*F)	y(m)	y/(d*F)	y/(d*F)=0,0493*(x/(d*F))^3
0	0	0	0	0
0,02872	0,2335	0	0	0,000627596
0,07979	0,6486	0,00426	0,03459	0,013451569
0,12606	1,02478	0,03404	0,27673	0,053057184
0,18936	1,53934	0,04521	0,36754	0,179824621
0,23883	1,94147	0,06543	0,53185	0,360776451
0,29043	2,3609	0,08564	0,69616	0,648749576
0,30904	2,51223	0,09096	0,7394	0,7816774
0,35053	2,84951	0,12447	1,01181	1,140657873
0,38723	3,14786	0,1734	1,40962	1,537776772
0,39096	3,17813	0,18457	1,50042	1,582563613
0,41809	3,39865	0,19202	1,56096	1,935382442



Şekil 3.12: Yatay deşarj edilmiş yüzen jet merkez eksen deneysel ve uyarlanmış Katano vd., 1979 eşitliğinden elde edilmiş değer dağılımları.



Şekil 3.13: Yatay deşarj edilmiş yüzen jet merkez eksen deneysel ve uyarlanmış Katano vd., 1979 eşitliğinden elde edilmiş değer dağılımlarının deney fotoğrafına işlenmiş hali.

a. $t = 4$ sb) $t = 20$ sc. $t = 60$ sd. $t = 120$ se. $t = 180$ sf. $t = 200$ sg. $t = 205$ sh. $t = 460$ s

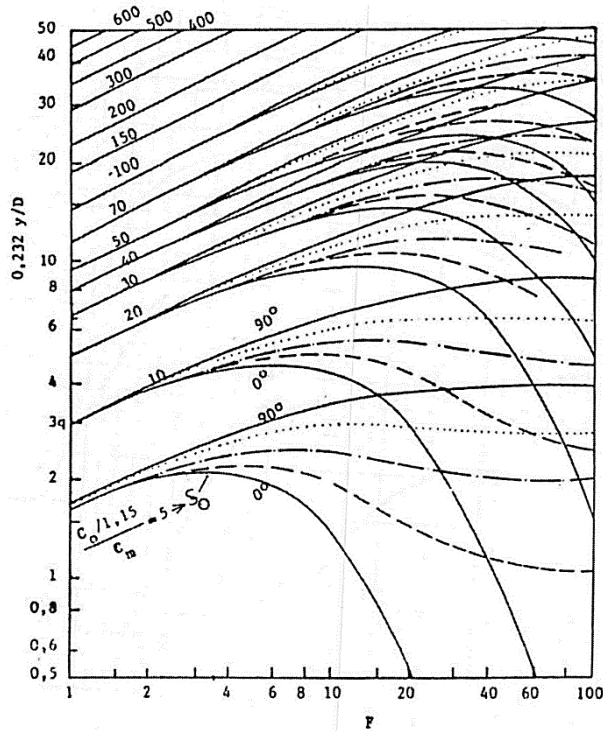
Şekil 3.14: Zamana göre yatay jet dağılımlarına örnek.

3.6. FAN VE BROOKS'UN ÇALIŞMASI

Elde edilen parametrik sonuçlardan analitik olarak seyrelme değerlerini hesaplayabilmek için, Fan ve Brooks'un durgun alıcı ortamda yatay ve açıyla deşarj edilen çizgisel jetlerin birinci seyrelmesi yönündeki çalışmalarının sonucunda elde edilmiş yaklaşım esas alınarak birinci seyrelme değerleri hesaplanabilmektedir [(Şekil 3.15) (Fan ve Brook, 1969)].

Tez çalışmasında yapıldığı deneye' den dairesel bir delikten yapılan deşarj uygulaması için yoğunluksal Froude sayısı pratikte ekonomik deşarj şartlarının sağlanması için gerekli olan 20 ve 30 arasında ki değeri kullanıp, y/d değerlerine ulaşır, (x) eksenini başlangıç piksel koordinatı (px), (y) eksenini başlangıç piksel koordinatı (py), kordinat okuma lineer programı kullanarak, x,y gerçek değerleri hesaplanabildi.

Elde edilen parametrik sonuçlardan analitik olarak seyrelme değerlerini hesaplayabilmek için, Fan ve Brooks'un çalışması sonucundan yaklaşımı esas alınarak birinci seyrelme değerleri hesaplanabildi (Şekil 3.15).



Şekil 3.15: Fan ve Brooks'un çalışması (Öztürk, 2011)

4. BULGULAR

4.1. $\theta=0^\circ$ İLE SICAK SU DEŞARJI

Deşarj deliğinin yatayla yaptığı açı, $\theta=0^\circ$ 'de başlangıç sıcaklık farkı $\Delta T_0=+5^\circ\text{C}$ ile gerçekleştiren deneylerin özeti Tablo 4.1'de verilmiştir. $\theta=0^\circ$ için mevcut deney şartlarında laminar akım rejimini oluşturmuştur.

Tablo 4.1: $\theta=0^\circ$ ile gerçekleştiren sıcak su deşarjı deneyleri özeti.

Deney No	T_0 [°C]	T_a [°C]	d [cm]	H [cm]	F	ρ_a [kg/m ³]	ρ_0 [kg/m ³]	q [mL/dak]	u_0 [m/s]	Re	Akım Rejimi
FD-0-01-A	23,9	18,9	0,5	50	28,44	998,741	997,697	240	0,2037	1269	L
FD-0-01-B	24,3	19,3	0,5	50	28,17	998,662	997,597	240	0,2037	1269	L
FD-0-01-C	26,6	21,6	0,5	50	26,77	998,175	996,996	240	0,2037	1269	L
FD-0-02-A	25,3	20,3	0,5	20	27,52	998,457	997,342	240	0,2037	1269	L
FD-0-02-B	24,4	19,4	0,5	20	28,10	998,642	997,572	240	0,2037	1269	L
FD-0-02-C	26,8	21,8	0,5	20	26,66	998,130	996,942	240	0,2037	1269	L
FD-0-03-A	24,2	19,2	0,5	15	28,24	998,682	997,622	240	0,2037	1269	L
FD-0-03-B	24,8	19,8	0,5	15	27,84	998,561	997,471	240	0,2037	1269	L
FD-0-03-C	26,7	21,7	0,5	15	26,71	998,153	996,969	240	0,2037	1269	L
FD-0-04-A	24,2	19,2	0,5	10	28,24	998,682	997,622	240	0,2037	1269	L
FD-0-04-B	24,8	19,8	0,5	10	27,84	998,561	997,471	240	0,2037	1269	L
FD-0-04-C	26,6	21,6	0,5	10	26,77	998,175	996,996	240	0,2037	1269	L
FD-0-05-A	24,2	19,2	0,5	5	28,24	998,682	997,622	240	0,2037	1269	L
FD-0-05-B	24,9	19,9	0,5	5	27,77	998,540	997,445	240	0,2037	1269	L
FD-0-05-C	26,8	21,8	0,5	5	26,77	998,130	996,942	240	0,2037	1269	L

*L: Laminer, T: Türbülanslı.

4.1.1. Jet dış geometrisi

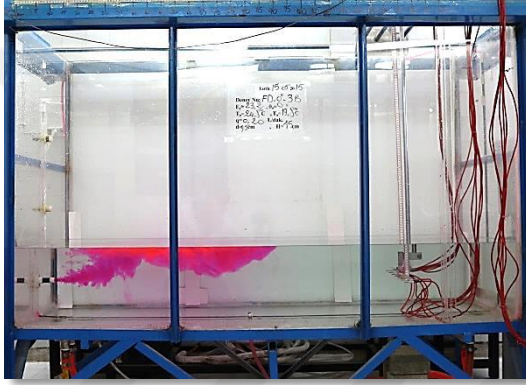
$\theta=0^\circ$ için gerçekleştirilen sıcak su deşarjı deneyleri sırasında Şekil 4.1'de görüldüğü gibi, pozitif yüzen jetler oluştu. Her bir deneyde, çarpma noktasından sonra yoğunluk tabakası oluştu. Tüm deneylerde, jetin alt yüzeyi serbest kaldı, jet ile taban arasında Coanda etkisi oluşmadığından, jetin tabanla birleşmesi gerçekleşmedi. H/dF değeri küçüldükçe, jetin su yüzeyine çarpması daha erken gerçekleşti. Tablo 4.2 ve Şekil 4.2'da görüldüğü üzere, H/dF değeri küçüldükçe x_1/dF değerleri de küçüldü.



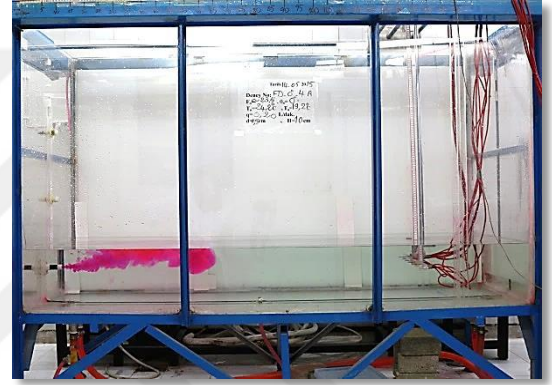
a. H=50cm



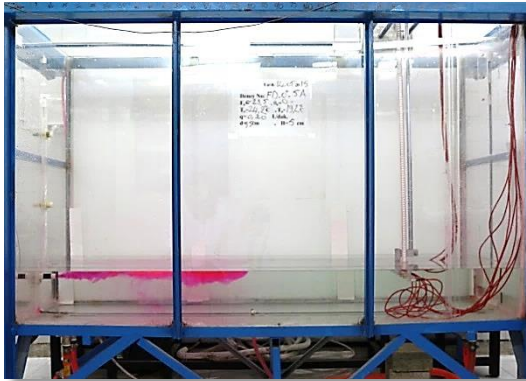
b. H=20cm



c. H=15cm



d. H=10cm

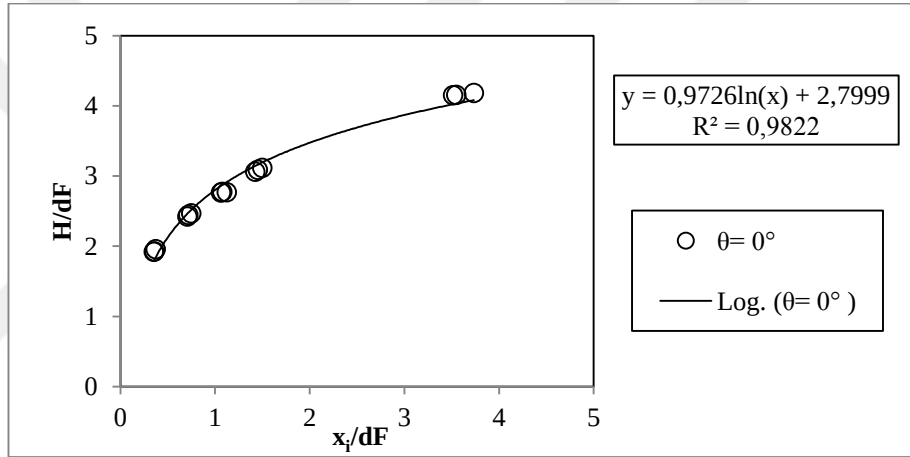


e. H=5cm

Şekil 4.1: $\theta=0^\circ$ için azalan H değerlerine göre sıcak su deşarjı jetlerinin boyuna dağılımları.

Tablo 4.2: $\theta=0^\circ$ için jetin su yüzeyine çarpma noktasının yatay uzaklık değerlerinin (x_i/dF), derinlik (H/dF) değerlerine bağlı değişimleri.

Deney No	H/dF	x_i/dF	Deney No	H/dF	x_i/dF
FD-0-01-A	0,3541	1,9192	FD-0-03-C	1,1229	2,7699
FD-0-01-B	0,3599	1,9222	FD-0-04-A	1,4231	3,0598
FD-0-01-C	0,3735	1,9573	FD-0-04-B	1,4530	3,0876
FD-0-02-A	0,7082	2,4220	FD-0-04-C	1,5003	3,1131
FD-0-02-B	0,7182	2,4421	FD-0-05-A	3,5153	4,1480
FD-0-02-C	0,7470	2,4653	FD-0-05-B	3,5495	4,1529
FD-0-03-A	1,0623	2,7620	FD-0-05-C	3,7354	4,1837
FD-0-03-B	1,0774	2,7726	-	-	-

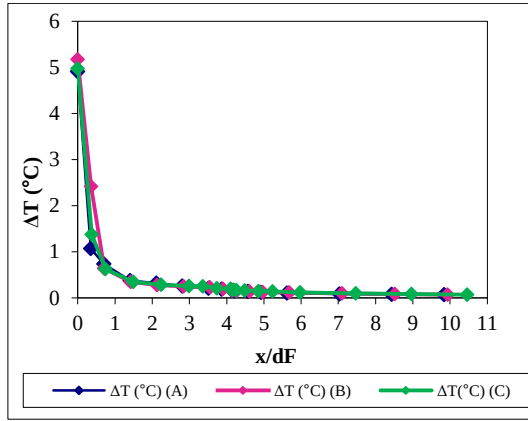
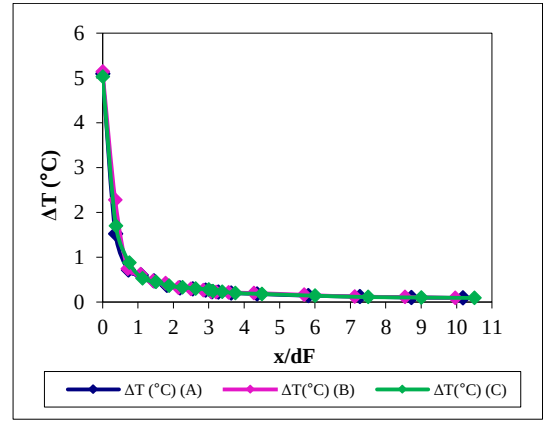
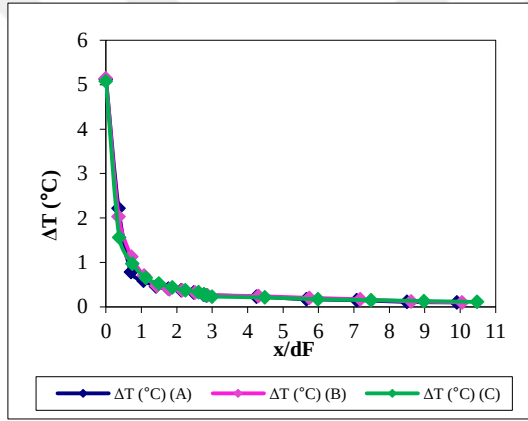
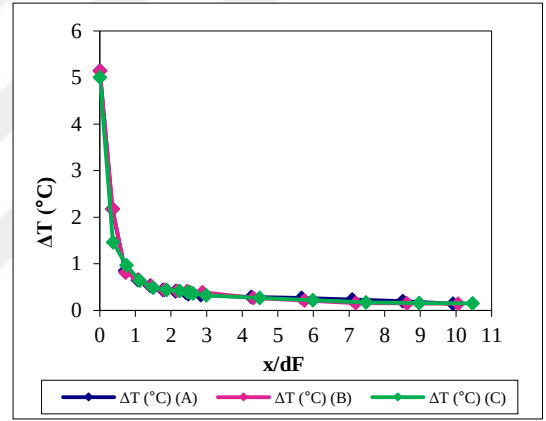
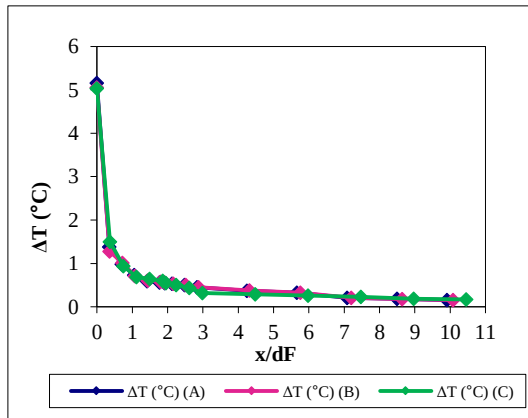
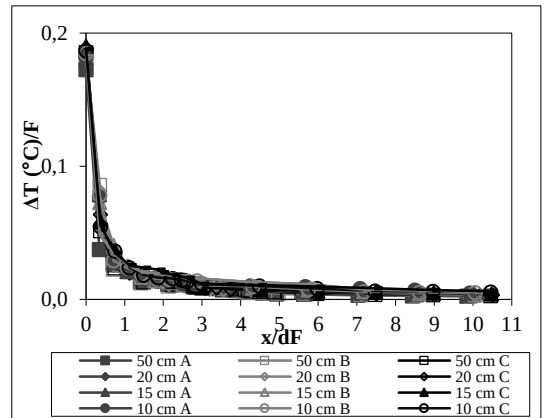


Şekil 4.2: $\theta=0^\circ$ için jetin su yüzeyine çarpma noktasının yatay uzaklık değerlerinin (x_i/dF), derinlik (H/dF) değerlerine bağlı değişimi.

4.1.2. Jet iç geometrisi ve Boyuna Sıcaklık Dağılımları

4.1.2.1. $\theta=0^\circ$ için Sıcak Su Deşarjında Jet Merkez Eksenlerinin Konumları ve Boyuna Sıcaklık Dağılımları

Gerçekleştirilen sıcak su deşarj deneyleri sırasında jet merkez eksenine içerisine sıcaklık sensörleri konumlandırılması ile elde edilmiş olan jetlerinin merkez eksenine boyuna sıcaklık dağılımları Şekil 4.3'te verilmiştir. Şekil 4.3'ten de görüleceği üzere, tüm deneylerde sıcaklık farklarının, x/dF eksenindeki değişimleri hızlı bir azalma şeklinde gerçekleşmiştir. Elde edilmiş jetlerinin merkez eksenine boyuna sıcaklık dağılımları aynı zamanda Tablo 4.3 ila Tablo 4.7'de sayısal olarak verilmiştir.

a. $H=50\text{cm}$ b. $H=20\text{cm}$ c. $H=15\text{cm}$ d. $H=10\text{cm}$ e. $H=5\text{cm}$ f. H değerlerine göre karşılaştırma

Şekil 4.3: $\theta=0^\circ$ için azalan H değerlerine göre sıcak su deşarjı jetlerinin merkez eksenleri boyuna yerel sıcaklık farkı dağılımları.

Tablo 4.3: $\theta=0^\circ$ için, H=50cm derinliğinde sıcak su deşarjı jet merkez eksenleri boyuna yerel sıcaklık farkı dağılımları (çarpma noktaları işaretlenmiştir).

x [cm] (A)	x [cm] (B)	x [cm] (C)	x/dF (A)	x/dF (B)	x/dF (C)	ΔT [°C] (A)	ΔT [°C] (B)	ΔT [°C] (C)	$\Delta T/F$ [°C] (A)	$\Delta T/F$ [°C] (B)	$\Delta T/F$ [°C] (C)
0	0	0	0,0000	0,0000	0,0000	4,91	5,17	4,97	0,1726	0,1835	0,1857
5	5	5	0,3515	0,3550	0,3735	1,07	2,42	1,38	0,0376	0,0859	0,0515
10	10	10	0,7031	0,7099	0,7471	0,74	0,64	0,63	0,0260	0,0227	0,0235
20	20	20	1,4061	1,4198	1,4942	0,38	0,35	0,35	0,0134	0,0124	0,0131
30	30	30	2,1092	2,1297	2,2413	0,32	0,28	0,29	0,0112	0,0099	0,0108
40	40	40	2,8123	2,8396	2,9884	0,26	0,25	0,26	0,0091	0,0089	0,0097
-	-	45	-	-	3,3619	-	-	0,25	-	-	0,0093
50	50	50	3,5153	3,5495	3,7354	0,21	0,23	0,21	0,0074	0,0082	0,0078
55	55	55	3,8669	3,9045	4,1090	0,19	0,20	0,20	0,0067	0,0071	0,0075
-	-	56	-	-	4,1837	-	-	0,18	-	-	0,0067
59	58,5	57	4,1481	4,1529	4,2584	0,16	0,16	0,17	0,0056	0,0057	0,0064
60	60	60	4,2184	4,2594	4,4825	0,15	0,15	0,16	0,0053	0,0053	0,0060
65	65	65	4,5699	4,6144	4,8561	0,14	0,14	0,15	0,0049	0,0050	0,0056
70	70	70	4,9214	4,9693	5,2296	0,12	0,13	0,14	0,0042	0,0046	0,0052
80	80	80	5,6245	5,6792	5,9767	0,11	0,12	0,12	0,0039	0,0043	0,0045
100	100	100	7,0306	7,0990	7,4709	0,09	0,10	0,10	0,0032	0,0035	0,0037
120	120	120	8,4368	8,5189	8,9651	0,08	0,09	0,09	0,0028	0,0032	0,0034
140	140	140	9,8429	9,9387	10,4593	0,07	0,07	0,07	0,0025	0,0025	0,0026

Tablo 4.4: $\theta=0^\circ$ için, H=20cm derinliğinde sıcak su deşarjı jet merkez eksenleri boyuna yerel sıcaklık farkı dağılımları (çarpma noktaları işaretlenmiştir).

x [cm] (A)	x [cm] (B)	x [cm] (C)	x/dF (A)	x/dF (B)	x/dF (C)	ΔT [°C] (A)	ΔT [°C] (B)	ΔT [°C] (C)	$\Delta T/F$ [°C] (A)	$\Delta T/F$ [°C] (B)	$\Delta T/F$ [°C] (C)
0	0	0	0,0000	0,0000	0,0000	5,09	5,14	5,03	0,1849	0,1829	0,1887
5	5	5	0,3633	0,3558	0,3751	1,52	2,28	1,7	0,0552	0,0811	0,0638
10	10	10	0,7265	0,7116	0,7502	0,71	0,74	0,88	0,0258	0,0263	0,0330
15	15	15	1,0898	1,0674	1,1252	0,60	0,62	0,53	0,0218	0,0221	0,0199
20	20	20	1,4530	1,4232	1,5003	0,47	0,47	0,45	0,0171	0,0167	0,0169
25	25	25	1,8163	1,7790	1,8754	0,37	0,42	0,36	0,0134	0,0149	0,0135
30	30	30	2,1795	2,1348	2,2505	0,31	0,32	0,33	0,0113	0,0114	0,0124
35	35	35	2,5428	2,4906	2,6256	0,29	0,29	0,3	0,0105	0,0103	0,0113
40	40	40	2,9060	2,8464	3,0007	0,26	0,26	0,28	0,0094	0,0093	0,0105
42,5	43	41,5	3,0876	3,0599	3,1132	0,23	0,23	0,24	0,0084	0,0082	0,0090
45	45	45	3,2693	3,2022	3,3757	0,22	0,22	0,23	0,0080	0,0078	0,0086
50	50	50	3,6325	3,5580	3,7508	0,20	0,21	0,2	0,0073	0,0075	0,0075
60	60	60	4,3590	4,2696	4,5010	0,18	0,2	0,18	0,0065	0,0071	0,0068
80	80	80	5,8120	5,6928	6,0013	0,14	0,16	0,14	0,0051	0,0057	0,0053
100	100	100	7,2650	7,1160	7,5016	0,12	0,12	0,11	0,0044	0,0043	0,0041
120	120	120	8,7180	8,5392	9,0020	0,10	0,11	0,1	0,0036	0,0039	0,0038
140	140	140	10,1710	9,9623	10,5023	0,09	0,09	0,09	0,0033	0,0032	0,0034

Tablo 4.5: $\theta=0^\circ$ için, H=15cm derinliğinde sıcak su deşarjı jet merkez eksenleri boyuna yerel sıcaklık farkı dağılımları (çarpma noktaları işaretlenmiştir).

x [cm] (A)	x [cm] (B)	x [cm] (C)	x/dF (A)	x/dF (B)	x/dF (C)	ΔT [°C] (A)	ΔT [°C] (B)	ΔT [°C] (C)	$\Delta T/F$ [°C] (A)	$\Delta T/F$ [°C] (B)	$\Delta T/F$ [°C] (C)
0	0	0	0,0000	0,0000	0,0000	5,12	5,14	5,08	0,1813	0,1846	0,1902
5	5	5	0,3541	0,3591	0,3743	2,22	2,03	1,56	0,0786	0,0729	0,0584
10	10	10	0,7082	0,7183	0,7486	0,78	1,13	0,97	0,0276	0,0406	0,0363
15	15	15	1,0623	1,0774	1,1229	0,59	0,7	0,65	0,0209	0,0251	0,0243
20	20	20	1,4164	1,4366	1,4973	0,46	0,47	0,52	0,0163	0,0169	0,0195
25	25	25	1,7705	1,7957	1,8716	0,41	0,39	0,44	0,0145	0,0140	0,0165
30	30	30	2,1246	2,1549	2,2459	0,37	0,37	0,37	0,0131	0,0133	0,0138
35	35	35	2,4787	2,5140	2,6202	0,32	0,32	0,33	0,0113	0,0115	0,0124
-	-	37	-	-	2,7699	-	-	0,28	-	-	0,0105
39	38,6	38	2,7620	2,7726	2,8448	0,27	0,28	0,26	0,0096	0,0101	0,0097
40	40	40	2,8328	2,8732	2,9945	0,26	0,26	0,23	0,0092	0,0093	0,0086
60	60	60	4,2492	4,3097	4,4918	0,23	0,24	0,21	0,0081	0,0086	0,0079
80	80	80	5,6656	5,7463	5,9890	0,17	0,2	0,17	0,0060	0,0072	0,0064
100	100	100	7,0821	7,1829	7,4863	0,15	0,17	0,15	0,0053	0,0061	0,0056
120	120	120	8,4985	8,6195	8,9836	0,11	0,12	0,13	0,0039	0,0043	0,0049
140	140	140	9,9149	10,0561	10,4808	0,10	0,1	0,11	0,0035	0,0036	0,0041

Tablo 4.6: $\theta=0^\circ$ için, H=10cm derinliğinde sıcak su deşarjı jet merkez eksenleri boyuna yerel sıcaklık farkı dağılımları (çarpma noktaları işaretlenmiştir).

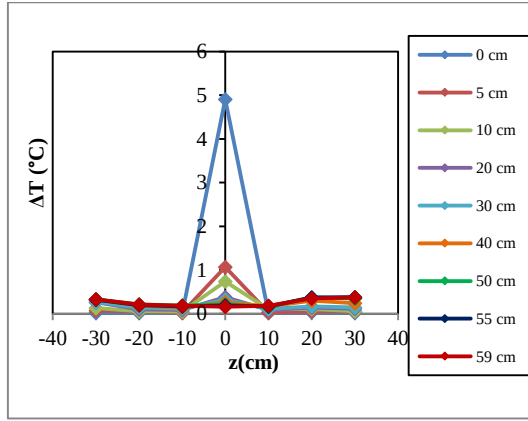
x [cm] (A)	x [cm] (B)	x [cm] (C)	x/dF (A)	x/dF (B)	x/dF (C)	ΔT [°C] (A)	ΔT [°C] (B)	ΔT [°C] (C)	$\Delta T/F$ [°C] (A)	$\Delta T/F$ [°C] (B)	$\Delta T/F$ [°C] (C)
0	0	0	0.0000	0.0000	0.0000	5.15	5.14	5	0.1824	0.1846	0.1868
5	5	5	0.3541	0.3591	0.3735	2.18	2.18	1.46	0.0772	0.0783	0.0545
10	10	10	0.7082	0.7183	0.7471	0.85	0.81	0.97	0.0301	0.0291	0.0362
15	15	15	1.0623	1.0774	1.1206	0.65	0.66	0.64	0.0230	0.0237	0.0239
20	20	20	1.4164	1.4366	1.4942	0.53	0.53	0.49	0.0188	0.0190	0.0183
25	25	25	1.7705	1.7957	1.8677	0.44	0.44	0.44	0.0156	0.0158	0.0164
30	30	30	2.1246	2.1549	2.2413	0.41	0.42	0.42	0.0145	0.0151	0.0157
-	-	33	-	-	2.4654	-	-	0.39	-	-	0.0146
34.2	34	34	2.4221	2.4422	2.5401	0.38	0.41	0.38	0.0135	0.0147	0.0142
35	35	35	2.4787	2.5140	2.6148	0.35	0.4	0.36	0.0124	0.0144	0.0134
40	40	40	2.8328	2.8732	2.9884	0.33	0.39	0.32	0.0117	0.0140	0.0120
60	60	60	4.2492	4.3097	4.4825	0.29	0.27	0.27	0.0103	0.0097	0.0101
80	80	80	5.6656	5.7463	5.9767	0.27	0.21	0.22	0.0096	0.0075	0.0082
100	100	100	7.0821	7.1829	7.4709	0.23	0.16	0.17	0.0081	0.0057	0.0064
120	120	120	8.4985	8.6195	8.9651	0.20	0.15	0.16	0.0071	0.0054	0.0060
140	140	140	9.9149	10.0561	10.4593	0.14	0.14	0.15	0.0050	0.0050	0.0056

Tablo 4.7: $\theta=0^\circ$ için, $H=5\text{cm}$ derinliğinde sıcak su deşarjı jet merkez eksenleri boyuna yerel sıcaklık farkı dağılımları (çarpma noktaları işaretlenmiştir).

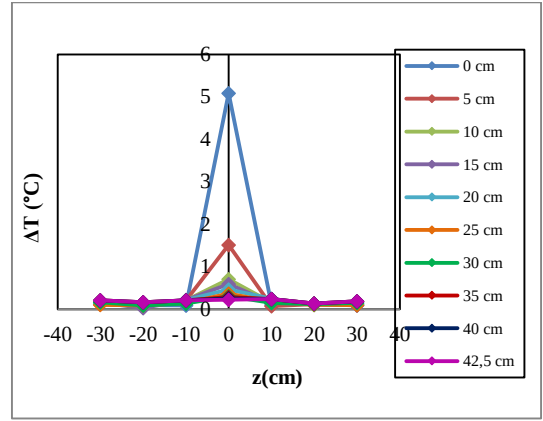
x [cm] (A)	x [cm] (B)	x [cm] (C)	x/dF (A)	x/dF (B)	x/dF (C)	ΔT [°C] (A)	ΔT [°C] (B)	ΔT [°C] (C)	$\Delta T/F$ [°C] (A)	$\Delta T/F$ [°C] (B)	$\Delta T/F$ [°C] (C)
0	0	0	0,0000	0,0000	0,0000	5,16	5,05	5,03	0,1827	0,1818	0,1879
5	5	5	0,3541	0,3600	0,3735	1,38	1,28	1,5	0,0489	0,0461	0,0560
10	10	10	0,7082	0,7199	0,7471	0,98	1,01	0,94	0,0347	0,0364	0,0351
15	15	15	1,0623	1,0799	1,1206	0,73	0,71	0,69	0,0258	0,0256	0,0258
20	20	20	1,4164	1,4399	1,4942	0,59	0,61	0,64	0,0209	0,0220	0,0239
25	25	25	1,7705	1,7999	1,8677	0,56	0,58	0,6	0,0198	0,0209	0,0224
27,1	26,7	26,2	1,9192	1,9223	1,9574	0,55	0,56	0,55	0,0195	0,0202	0,0205
30	30	30	2,1246	2,1598	2,2413	0,53	0,53	0,5	0,0188	0,0191	0,0187
35	35	35	2,4787	2,5198	2,6148	0,50	0,5	0,44	0,0177	0,0180	0,0164
40	40	40	2,8328	2,8798	2,9884	0,45	0,45	0,32	0,0159	0,0162	0,0120
60	60	60	4,2492	4,3197	4,4825	0,37	0,38	0,29	0,0131	0,0137	0,0108
80	80	80	5,6656	5,7596	5,9767	0,33	0,33	0,26	0,0117	0,0119	0,0097
100	100	100	7,0821	7,1995	7,4709	0,21	0,21	0,23	0,0074	0,0076	0,0086
120	120	120	8,4985	8,6394	8,9651	0,19	0,18	0,19	0,0067	0,0065	0,0071
140	140	140	9,9149	10,0793	10,4593	0,16	0,16	0,17	0,0057	0,0058	0,0064

4.1.2.2. $\theta=0^\circ$ için Sıcak Su Deşarjında Enkesit İçi Sıcaklık Dağılımları

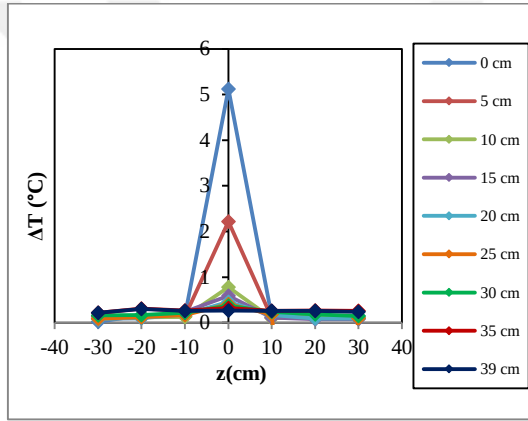
Gerçekleştirilen sıcak su deşarj deneyleri sırasında jet merkez eksenine içerisine sıcaklık sensörleri konumlandırılması ile elde edilmiş olan jetlerinin merkez eksenine enkesit içi sıcaklık dağılımları Şekil 4.4 ila 4.6'da, sayısal değerleri ise Tablo 4.8 ila Tablo 4.22'de verilmiştir.



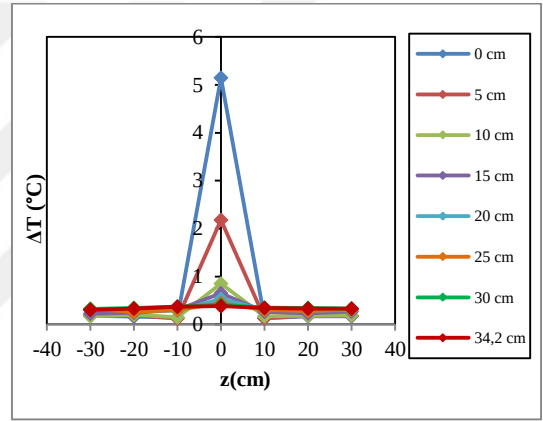
a. H=50cm



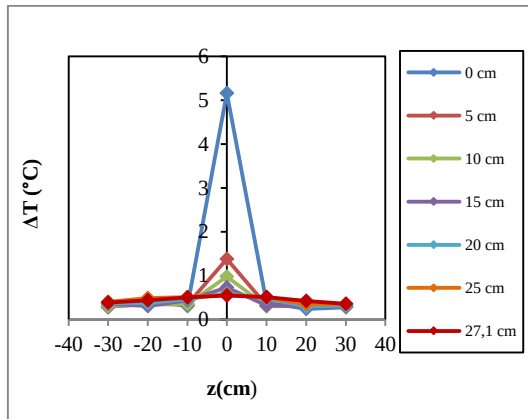
b. H=20cm



b. H=15cm

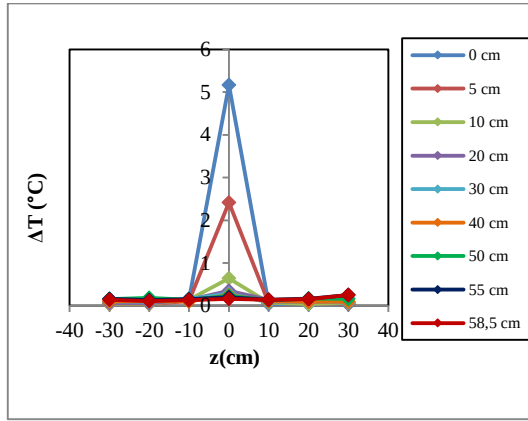


d. H=10cm

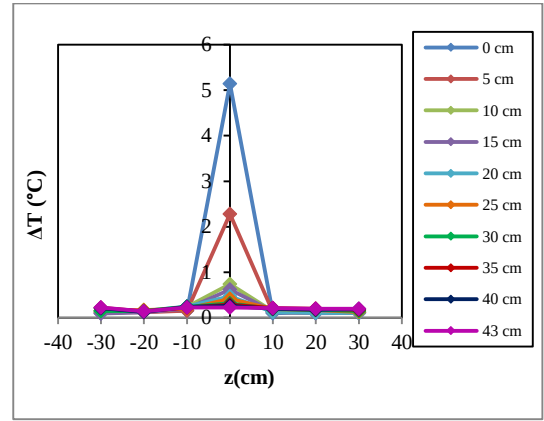


e. H=5cm

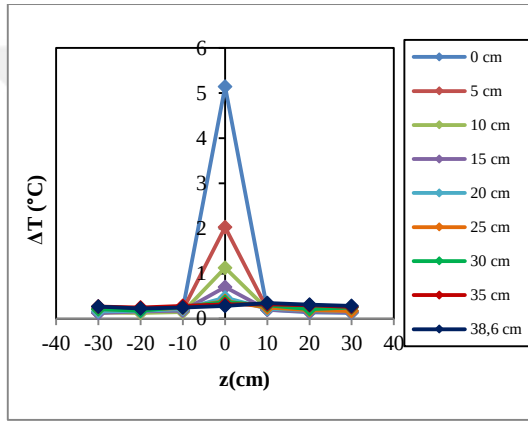
Şekil 4.4: $\theta=0^\circ$ için azalan H değerlerine göre sıcak su deşarjı jetlerinin merkez eksenlerinde enkesit içi sıcaklık dağılımları (Deney seri: A).



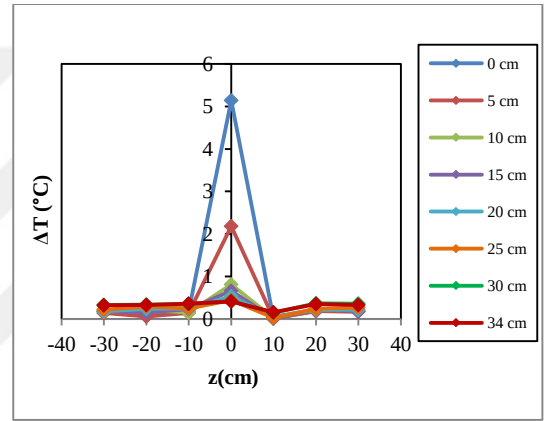
a. H=50cm



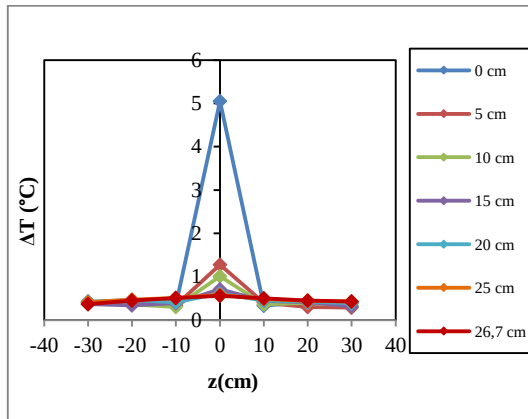
b. H=20cm



c. H=15cm

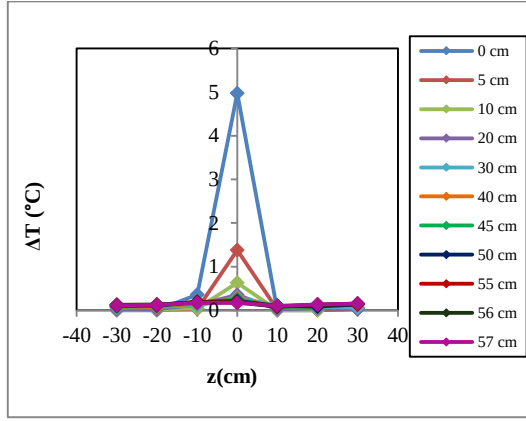


d. H=10cm

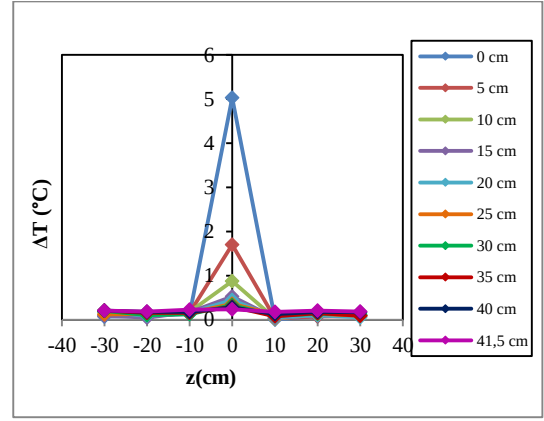


e. H=5cm

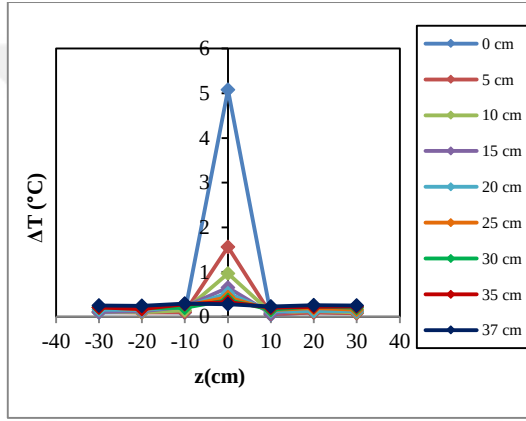
Şekil 4.5: $\theta=0^\circ$ için azalan H değerlerine göre sıcak su dışarı jetlerinin merkez eksenlerinde enkesit içi sıcaklık dağılımları (Deney seri: B).



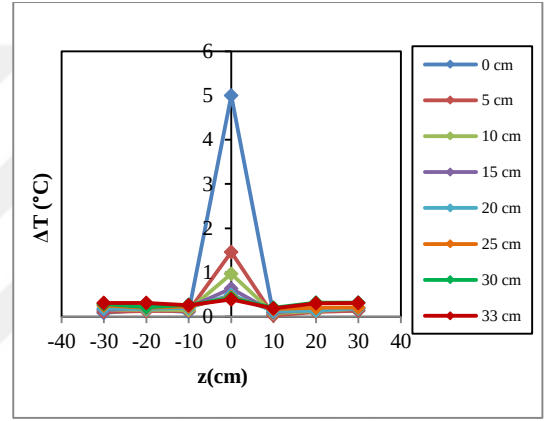
a. H=50cm



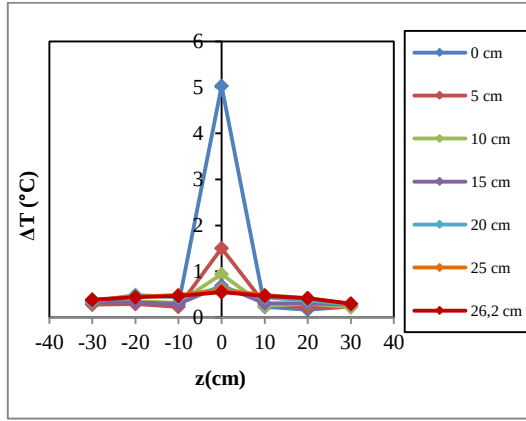
b. H=20cm



c. H=15cm



d. H=10cm



e. H=5cm

Şekil 4.6: $\theta=0^\circ$ için azalan H değerlerine göre sıcak su deşarjı jetlerinin merkez eksenlerinde enkesit içi sıcaklık dağılımları (Deney seri: C).

Tablo 4.8: $\theta=0^\circ$ için, H=50cm derinliğinde sıcak su deşarjı jet merkez eksenlerinde enkesit içi sıcaklık dağılımları (Deney seri: A) (çarpma noktası işaretlenmiştir).

x (cm)	y (cm)	ΔT (°C)						
		z (cm)						
		-30	-20	-10	0	10	20	30
0	0	0,02	0,02	0,02	4,91	0,02	0,04	0,02
5	0,1	0,07	0,05	0,03	1,07	0,03	0,06	0,05
10	0,5	0,13	0,06	0,05	0,74	0,10	0,11	0,06
20	2	0,26	0,10	0,09	0,38	0,09	0,14	0,12
30	7	0,27	0,14	0,12	0,32	0,11	0,17	0,15
40	16	0,33	0,18	0,15	0,26	0,17	0,30	0,24
50	30,5	0,33	0,21	0,19	0,21	0,16	0,37	0,35
55	41,2	0,32	0,20	0,17	0,19	0,17	0,37	0,38
59	49,9	0,33	0,21	0,18	0,16	0,18	0,35	0,37
60	49,8	0,32	0,25	0,16	0,15	0,17	0,26	0,36
65	49,3	0,27	0,15	0,15	0,14	0,16	0,26	0,25
70	48,8	0,16	0,16	0,15	0,12	0,16	0,16	0,17
80	48,3	0,21	0,15	0,16	0,11	0,16	0,26	0,34
100	46,1	0,13	0,14	0,12	0,09	0,12	0,13	0,13
120	44,5	0,13	0,15	0,12	0,08	0,10	0,13	0,12
140	39,2	0,10	0,10	0,09	0,07	0,08	0,10	0,08

Tablo 4.9: $\theta=0^\circ$ için, H=50cm derinliğinde sıcak su deşarjı jet merkez eksenlerinde enkesit içi sıcaklık dağılımları (Deney seri: B) (çarpma noktası işaretlenmiştir).

x (cm)	y (cm)	ΔT (°C)						
		z (cm)						
		-30	-20	-10	0	10	20	30
0	0	0,05	0,05	0,14	5,17	0,04	0,03	0,03
5	0,1	0,04	0,04	0,11	2,42	0,06	0,05	0,05
10	0,3	0,05	0,05	0,14	0,64	0,07	0,04	0,06
20	2	0,06	0,06	0,14	0,35	0,14	0,09	0,08
30	7	0,1	0,09	0,16	0,28	0,08	0,09	0,08
40	16	0,1	0,11	0,1	0,25	0,1	0,09	0,09
50	32	0,15	0,18	0,14	0,23	0,13	0,17	0,16
55	41,5	0,16	0,13	0,15	0,2	0,14	0,16	0,25
58,5	49,9	0,14	0,11	0,13	0,16	0,14	0,15	0,25
60	49,8	0,11	0,1	0,1	0,15	0,12	0,12	0,13
65	49,4	0,13	0,1	0,14	0,14	0,12	0,12	0,13
70	49	0,15	0,12	0,13	0,13	0,13	0,14	0,13
80	48,8	0,1	0,09	0,09	0,12	0,09	0,13	0,12
100	45,6	0,1	0,09	0,09	0,1	0,1	0,11	0,12
120	44,6	0,09	0,09	0,1	0,09	0,07	0,1	0,13
140	37,7	0,08	0,07	0,06	0,07	0,05	0,07	0,08

Tablo 4.10 : $\theta=0^\circ$ için, H=50cm derinliğinde sıcak su deşarjı jet merkez eksenlerinde enkesit içi sıcaklık dağılımları (Deney seri: C) (çarpma noktası işaretlenmiştir).

x (cm)	y (cm)	$\Delta T (^{\circ}C)$						
		z (cm)						
		-30	-20	-10	0	10	20	30
0	0	0	0	0,36	4,97	0	0	0,03
5	0,1	0,01	0,01	0,03	1,38	0,01	0,01	0,03
10	0,4	0	0,02	0,04	0,63	0	0	0,03
20	2,2	0,01	0,03	0,12	0,35	0,02	0,04	0,03
30	7,5	0,06	0,08	0,1	0,29	0,1	0,08	0,06
40	17,5	0,08	0,08	0,15	0,26	0,09	0,07	0,08
45	25	0,08	0,1	0,17	0,25	0,08	0,08	0,12
50	35	0,1	0,11	0,19	0,21	0,1	0,09	0,13
55	45,8	0,12	0,12	0,19	0,2	0,09	0,13	0,14
56	49,8	0,12	0,13	0,18	0,18	0,08	0,12	0,15
57	49,9	0,11	0,12	0,17	0,17	0,1	0,13	0,15
60	49,2	0,11	0,13	0,15	0,16	0,09	0,1	0,14
65	49	0,1	0,12	0,14	0,15	0,08	0,13	0,12
70	48,6	0,1	0,1	0,13	0,14	0,1	0,1	0,16
80	48	0,08	0,11	0,12	0,12	0,08	0,08	0,1
100	45,5	0,07	0,09	0,11	0,1	0,05	0,06	0,09
120	44	0,06	0,08	0,08	0,09	0,02	0,06	0,09
140	38	0,06	0,05	0,07	0,07	0,03	0,06	0,07

Tablo 4.11: $\theta=0^\circ$ için, H=20cm derinliğinde sıcak su deşarjı jet merkez eksenlerinde enkesit içi sıcaklık dağılımları (Deney seri: A) (çarpma noktası işaretlenmiştir).

x (cm)	y (cm)	$\Delta T (^{\circ}C)$						
		z (cm)						
		-30	-20	-10	0	10	20	30
0	0	0,12	0,10	0,09	5,09	0,11	0,14	0,15
5	0,1	0,12	0,09	0,21	1,52	0,08	0,12	0,10
10	0,2	0,16	0,15	0,21	0,71	0,16	0,14	0,12
15	0,9	0,16	0,03	0,22	0,60	0,15	0,13	0,09
20	2,1	0,14	0,14	0,22	0,47	0,25	0,11	0,11
25	4,1	0,11	0,09	0,15	0,37	0,18	0,11	0,10
30	7	0,17	0,09	0,14	0,31	0,15	0,12	0,15
35	11,3	0,21	0,17	0,21	0,29	0,24	0,14	0,19
40	16	0,21	0,17	0,21	0,26	0,24	0,14	0,19
42,5	19,9	0,21	0,17	0,21	0,23	0,24	0,14	0,19
45	19,3	0,23	0,18	0,22	0,22	0,23	0,23	0,24
50	18,9	0,21	0,17	0,22	0,20	0,21	0,22	0,24
60	18,5	0,18	0,17	0,16	0,18	0,19	0,19	0,19
80	17,6	0,17	0,14	0,14	0,14	0,16	0,13	0,11
100	15,5	0,14	0,11	0,09	0,12	0,11	0,10	0,11
120	14,6	0,17	0,11	0,10	0,10	0,11	0,11	0,10
140	12,8	0,10	0,09	0,08	0,09	0,10	0,10	0,10

Tablo 4.12: $\theta=0^\circ$ için, H=20cm derinliğinde sıcak su deşarjı jet merkez eksenlerinde enkesit içi sıcaklık dağılımları (Deney seri: B) (çarpma noktası işaretlenmiştir).

x (cm)	y (cm)	ΔT (°C)						
		z (cm)						
		-30	-20	-10	0	10	20	30
0	0	0,1	0,14	0,16	5,14	0,1	0,12	0,11
5	0,1	0,12	0,12	0,16	2,28	0,13	0,11	0,11
10	0,3	0,13	0,14	0,24	0,74	0,14	0,13	0,12
15	0,9	0,09	0,12	0,2	0,62	0,14	0,1	0,11
20	2	0,16	0,15	0,25	0,47	0,13	0,11	0,11
25	4	0,16	0,17	0,2	0,42	0,19	0,17	0,13
30	6,8	0,15	0,15	0,24	0,32	0,19	0,18	0,15
35	10,7	0,22	0,14	0,23	0,29	0,21	0,2	0,18
40	16	0,21	0,13	0,24	0,26	0,2	0,18	0,19
43	19,9	0,23	0,14	0,23	0,23	0,21	0,2	0,2
45	19	0,22	0,2	0,24	0,22	0,22	0,19	0,24
50	18,7	0,17	0,17	0,17	0,21	0,2	0,17	0,24
60	18,3	0,18	0,17	0,16	0,2	0,18	0,16	0,19
80	17,9	0,2	0,16	0,16	0,16	0,17	0,18	0,17
100	15,2	0,12	0,11	0,11	0,12	0,13	0,12	0,12
120	14,7	0,11	0,08	0,11	0,11	0,1	0,14	0,13
140	13	0,09	0,08	0,08	0,09	0,1	0,11	0,11

Tablo 4.13: $\theta=0^\circ$ için, H=20cm derinliğinde sıcak su deşarjı jet merkez eksenlerinde enkesit içi sıcaklık dağılımları (Deney seri: C) (çarpma noktası işaretlenmiştir).

x (cm)	y (cm)	ΔT (°C)						
		z (cm)						
		-30	-20	-10	0	10	20	30
0	0	0,07	0,09	0,13	5,03	0,01	0,08	0,1
5	0,1	0,18	0,08	0,16	1,7	0,03	0,08	0,08
10	0,2	0,16	0,11	0,18	0,88	0,03	0,12	0,09
15	1	0,09	0,05	0,17	0,53	0,04	0,11	0,09
20	2,3	0,18	0,09	0,16	0,45	0,06	0,1	0,06
25	4,4	0,12	0,14	0,16	0,36	0,12	0,14	0,09
30	7,5	0,2	0,11	0,13	0,33	0,09	0,14	0,12
35	11,9	0,21	0,16	0,16	0,3	0,08	0,15	0,09
40	17,5	0,21	0,18	0,18	0,28	0,13	0,18	0,17
41,5	19,9	0,21	0,19	0,23	0,24	0,18	0,21	0,19
45	19,1	0,19	0,19	0,22	0,23	0,17	0,2	0,17
50	18,8	0,2	0,18	0,22	0,2	0,16	0,18	0,14
60	18,5	0,14	0,13	0,16	0,18	0,13	0,15	0,13
80	18	0,14	0,12	0,13	0,14	0,06	0,12	0,12
100	15,4	0,12	0,11	0,09	0,11	0,08	0,12	0,12
120	14,8	0,1	0,11	0,08	0,1	0,07	0,11	0,12
140	13,1	0,08	0,1	0,05	0,09	0,08	0,11	0,08

Tablo 4.14 : $\theta=0^\circ$ için, H=15cm derinliğinde sıcak su deşarjı jet merkez eksenlerinde enkesit içi sıcaklık dağılımları (Deney seri: A) (çarpma noktası işaretlenmiştir).

x (cm)	y (cm)	ΔT (°C)						
		z (cm)						
		-30	-20	-10	0	10	20	30
0	0	0,02	0,16	0,15	5,12	0,15	0,14	0,15
5	0,1	0,14	0,13	0,14	2,22	0,11	0,13	0,12
10	0,2	0,08	0,12	0,13	0,78	0,10	0,13	0,11
15	0,8	0,09	0,10	0,24	0,59	0,11	0,08	0,08
20	2	0,09	0,10	0,18	0,46	0,17	0,09	0,09
25	3,8	0,09	0,12	0,17	0,41	0,18	0,10	0,10
30	6,7	0,16	0,17	0,22	0,37	0,24	0,18	0,15
35	10,6	0,22	0,31	0,27	0,32	0,26	0,27	0,26
39	14,9	0,22	0,30	0,26	0,27	0,26	0,26	0,24
40	14,5	0,20	0,19	0,27	0,26	0,22	0,25	0,23
60	14,2	0,17	0,18	0,26	0,23	0,14	0,19	0,23
80	13,1	0,16	0,17	0,15	0,17	0,14	0,18	0,18
100	13	0,12	0,12	0,08	0,15	0,08	0,08	0,13
120	12,5	0,11	0,11	0,09	0,11	0,09	0,09	0,11
140	11,9	0,10	0,09	0,08	0,10	0,07	0,08	0,08

Tablo 4.15: $\theta=0^\circ$ için, H=15cm derinliğinde sıcak su deşarjı jet merkez eksenlerinde enkesit içi sıcaklık dağılımları (Deney seri: B) (çarpma noktası işaretlenmiştir).

x (cm)	y (cm)	ΔT (°C)						
		z (cm)						
		-30	-20	-10	0	10	20	30
0	0	0,13	0,2	0,22	5,14	0,2	0,14	0,13
5	0,1	0,14	0,14	0,2	2,03	0,21	0,17	0,18
10	0,3	0,14	0,13	0,15	1,13	0,21	0,18	0,14
15	1	0,13	0,16	0,18	0,7	0,2	0,16	0,14
20	2	0,16	0,18	0,21	0,47	0,22	0,19	0,16
25	4	0,21	0,2	0,24	0,39	0,25	0,19	0,17
30	6,9	0,21	0,18	0,26	0,37	0,3	0,21	0,25
35	11	0,27	0,25	0,28	0,32	0,32	0,3	0,26
38,6	14,9	0,27	0,23	0,25	0,28	0,35	0,31	0,28
40	14,5	0,24	0,19	0,23	0,26	0,33	0,22	0,26
60	14	0,21	0,19	0,18	0,24	0,28	0,2	0,2
80	13	0,18	0,18	0,16	0,2	0,24	0,18	0,2
100	12,9	0,16	0,11	0,13	0,17	0,19	0,15	0,15
120	12,6	0,11	0,11	0,14	0,12	0,16	0,11	0,13
140	12,1	0,1	0,1	0,12	0,1	0,14	0,09	0,13

Tablo 4.16: $\theta=0^\circ$ için, $H=15\text{cm}$ derinliğinde sıcak su deşarjı jet merkez eksenlerinde enkesit içi sıcaklık dağılımları (Deney seri: C) (çarpma noktası işaretlenmiştir).

x (cm)	y (cm)	ΔT ($^\circ\text{C}$)						
		z (cm)						
		-30	-20	-10	0	10	20	30
0	0	0,09	0,11	0,09	5,08	0,04	0,1	0,08
5	0,1	0,11	0,09	0,1	1,56	0,06	0,09	0,08
10	0,2	0,11	0,1	0,14	0,97	0,09	0,13	0,1
15	1	0,11	0,12	0,22	0,65	0,07	0,17	0,12
20	2,2	0,16	0,15	0,22	0,52	0,12	0,13	0,13
25	4,4	0,21	0,17	0,24	0,44	0,15	0,19	0,16
30	7,5	0,21	0,19	0,2	0,37	0,16	0,23	0,2
35	12	0,21	0,17	0,28	0,33	0,2	0,22	0,23
37	14,9	0,25	0,24	0,29	0,28	0,23	0,26	0,25
38	14,7	0,21	0,24	0,28	0,26	0,25	0,25	0,23
40	14,6	0,25	0,22	0,27	0,23	0,22	0,24	0,18
60	14,2	0,18	0,17	0,22	0,21	0,19	0,17	0,17
80	14	0,14	0,13	0,16	0,17	0,1	0,15	0,14
100	13,5	0,13	0,11	0,12	0,15	0,09	0,15	0,12
120	12,8	0,1	0,08	0,11	0,13	0,09	0,14	0,11
140	12	0,1	0,09	0,02	0,11	0,05	0,11	0,11

Tablo 4.17: $\theta=0^\circ$ için, $H=10\text{cm}$ derinliğinde sıcak su deşarjı jet merkez eksenlerinde enkesit içi sıcaklık dağılımları (Deney seri: A) (çarpma noktası işaretlenmiştir).

x (cm)	y (cm)	ΔT ($^\circ\text{C}$)						
		z (cm)						
		-30	-20	-10	0	10	20	30
0	0	0,18	0,16	0,14	5,15	0,13	0,17	0,17
5	0,1	0,18	0,19	0,12	2,18	0,13	0,18	0,18
10	0,3	0,17	0,20	0,15	0,85	0,17	0,18	0,19
15	1	0,22	0,24	0,30	0,65	0,26	0,23	0,27
20	2	0,30	0,29	0,29	0,53	0,31	0,28	0,30
25	3,9	0,32	0,26	0,30	0,44	0,30	0,28	0,31
30	6,7	0,32	0,34	0,37	0,41	0,35	0,34	0,33
34,2	9,9	0,30	0,33	0,37	0,38	0,34	0,33	0,33
35	9,6	0,28	0,32	0,33	0,35	0,33	0,30	0,30
40	9,1	0,29	0,26	0,29	0,33	0,29	0,25	0,30
60	9	0,28	0,25	0,21	0,29	0,22	0,26	0,28
80	8,8	0,24	0,18	0,17	0,27	0,20	0,24	0,26
100	8,5	0,18	0,17	0,16	0,23	0,22	0,25	0,26
120	7,5	0,13	0,13	0,14	0,20	0,16	0,23	0,25
140	7,2	0,12	0,12	0,12	0,14	0,15	0,22	0,24

Tablo 4.18: $\theta=0^\circ$ için, H=10cm derinliğinde sıcak su deşarjı jet merkez eksenlerinde enkesit içi sıcaklık dağılımları (Deney seri: B) (çarpma noktası işaretlenmiştir).

x (cm)	y (cm)	ΔT (°C)						
		z (cm)						
		-30	-20	-10	0	10	20	30
0	0	0,18	0,07	0,18	5,14	0,01	0,19	0,18
5	0,1	0,14	0,06	0,14	2,18	0,01	0,19	0,17
10	0,3	0,17	0,22	0,15	0,81	0,02	0,23	0,2
15	0,9	0,19	0,15	0,23	0,66	0,01	0,24	0,19
20	2,1	0,18	0,24	0,25	0,53	0,06	0,22	0,22
25	4	0,22	0,29	0,25	0,44	0,03	0,24	0,27
30	6,9	0,33	0,34	0,35	0,42	0,15	0,37	0,36
34	9,9	0,32	0,33	0,36	0,41	0,16	0,35	0,33
35	9,5	0,31	0,32	0,35	0,4	0,16	0,35	0,33
40	9,2	0,26	0,29	0,32	0,39	0,13	0,34	0,31
60	9	0,23	0,17	0,2	0,27	0,1	0,28	0,23
80	8,6	0,24	0,18	0,14	0,21	0,07	0,16	0,23
100	8,1	0,19	0,14	0,11	0,16	0,07	0,17	0,19
120	7,6	0,14	0,09	0,08	0,15	0,01	0,12	0,15
140	7,4	0,13	0,08	0,07	0,14	0,01	0,11	0,14

Tablo 4.19: $\theta=0^\circ$ için, H=10cm derinliğinde sıcak su deşarjı jet merkez eksenlerinde enkesit içi sıcaklık dağılımları (Deney seri: C) (çarpma noktası işaretlenmiştir).

x (cm)	y (cm)	ΔT (°C)						
		z (cm)						
		-30	-20	-10	0	10	20	30
0	0	0,09	0,16	0,11	5	0,05	0,13	0,14
5	0,1	0,11	0,13	0,13	1,46	0,03	0,11	0,14
10	0,3	0,16	0,16	0,15	0,97	0,08	0,13	0,18
15	1	0,15	0,21	0,21	0,64	0,1	0,16	0,19
20	2,2	0,19	0,17	0,2	0,49	0,13	0,14	0,19
25	4,3	0,25	0,2	0,23	0,44	0,17	0,2	0,21
30	7,4	0,29	0,22	0,27	0,42	0,2	0,32	0,32
33	9,9	0,31	0,31	0,26	0,39	0,19	0,3	0,31
34	9,5	0,31	0,32	0,32	0,38	0,26	0,32	0,31
35	9,2	0,28	0,31	0,34	0,36	0,26	0,29	0,29
40	9,1	0,25	0,25	0,31	0,32	0,22	0,26	0,25
60	9	0,22	0,21	0,24	0,27	0,16	0,24	0,22
80	8,8	0,21	0,18	0,21	0,22	0,14	0,21	0,22
100	8,4	0,19	0,13	0,14	0,17	0,09	0,19	0,21
120	8,1	0,15	0,1	0,13	0,16	0,03	0,15	0,2
140	7,5	0,13	0,04	0,11	0,15	0,02	0,13	0,14

Tablo 4.20: $\theta=0^\circ$ için, H=5cm derinliğinde sıcak su deşarjı jet merkez eksenlerinde enkesit içi sıcaklık dağılımları (Deney seri: A) (çarpma noktası işaretlenmiştir).

x (cm)	y (cm)	ΔT (°C)						
		z (cm)						
		-30	-20	-10	0	10	20	30
0	0	0,28	0,44	0,31	5,16	0,39	0,24	0,28
5	0,1	0,29	0,35	0,34	1,38	0,32	0,35	0,30
10	0,3	0,31	0,35	0,35	0,98	0,30	0,32	0,30
15	0,9	0,36	0,31	0,44	0,73	0,32	0,30	0,30
20	2	0,37	0,37	0,47	0,59	0,48	0,30	0,32
25	3,8	0,40	0,49	0,51	0,56	0,50	0,35	0,35
27,1	4,9	0,39	0,44	0,50	0,55	0,51	0,42	0,36
30	4,6	0,34	0,38	0,51	0,53	0,50	0,40	0,37
35	4,5	0,34	0,38	0,50	0,50	0,46	0,39	0,37
40	4,4	0,32	0,34	0,41	0,45	0,43	0,38	0,33
60	4,3	0,23	0,23	0,37	0,37	0,28	0,27	0,22
80	4,1	0,21	0,24	0,32	0,33	0,25	0,33	0,18
100	3,7	0,20	0,20	0,15	0,21	0,19	0,24	0,26
120	3,1	0,20	0,17	0,14	0,19	0,18	0,19	0,22
140	2,9	0,19	0,18	0,13	0,16	0,12	0,18	0,20

Tablo 4.21: $\theta=0^\circ$ için, H=5cm derinliğinde sıcak su deşarjı jet merkez eksenlerinde enkesit içi sıcaklık dağılımları (Deney seri: B) (çarpma noktası işaretlenmiştir).

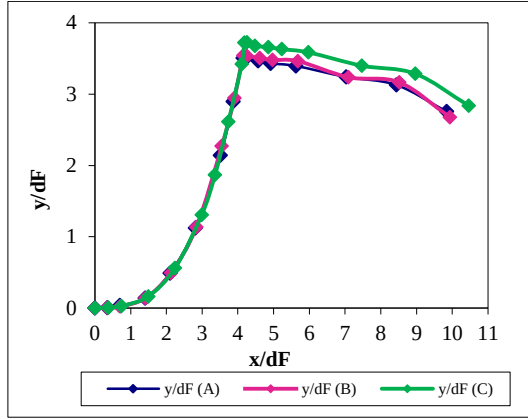
x (cm)	y (cm)	ΔT (°C)						
		z (cm)						
		-30	-20	-10	0	10	20	30
0	0	0,43	0,37	0,34	5,05	0,33	0,41	0,4
5	0,1	0,4	0,4	0,34	1,28	0,4	0,3	0,29
10	0,3	0,4	0,36	0,3	1,01	0,36	0,4	0,34
15	1	0,37	0,34	0,39	0,71	0,44	0,41	0,32
20	2	0,43	0,46	0,41	0,61	0,45	0,43	0,39
25	4	0,41	0,47	0,51	0,58	0,49	0,44	0,43
26,7	4,9	0,37	0,45	0,51	0,56	0,5	0,45	0,43
30	4,5	0,35	0,39	0,49	0,53	0,49	0,46	0,41
35	4,5	0,32	0,39	0,47	0,5	0,5	0,44	0,38
40	4,3	0,32	0,37	0,41	0,45	0,43	0,42	0,33
60	4,2	0,3	0,29	0,34	0,38	0,33	0,31	0,26
80	4	0,16	0,15	0,19	0,33	0,22	0,21	0,23
100	3,7	0,2	0,16	0,19	0,21	0,21	0,19	0,19
120	3	0,07	0,11	0,17	0,18	0,21	0,18	0,17
140	2,8	0,06	0,09	0,16	0,16	0,2	0,18	0,16

Tablo 4.22: $\theta=0^\circ$ için, $H=5\text{cm}$ derinliğinde sıcak su deşarjı jet merkez eksenlerinde enkesit içi sıcaklık dağılımları (Deney seri: C) (çarpma noktası işaretlenmiştir).

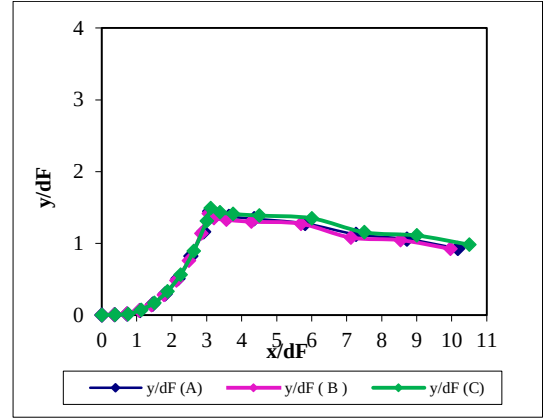
x (cm)	y (cm)	ΔT ($^\circ\text{C}$)						
		z (cm)						
		-30	-20	-10	0	10	20	30
0	0	0,38	0,32	0,27	5,03	0,23	0,17	0,24
5	0,1	0,28	0,29	0,23	1,5	0,29	0,21	0,23
10	0,3	0,32	0,35	0,32	0,94	0,25	0,3	0,22
15	1	0,33	0,33	0,29	0,69	0,31	0,31	0,28
20	2,2	0,35	0,49	0,44	0,64	0,43	0,37	0,28
25	4,3	0,38	0,45	0,49	0,6	0,49	0,42	0,29
26,2	4,9	0,38	0,44	0,47	0,55	0,47	0,42	0,3
30	4,7	0,36	0,39	0,44	0,5	0,45	0,41	0,31
35	4,6	0,33	0,37	0,43	0,44	0,43	0,41	0,3
40	4,6	0,33	0,35	0,39	0,32	0,4	0,37	0,3
60	4,5	0,29	0,31	0,31	0,29	0,36	0,33	0,28
80	4,3	0,25	0,26	0,26	0,26	0,29	0,3	0,24
100	4,1	0,2	0,2	0,23	0,23	0,2	0,2	0,21
120	4	0,19	0,15	0,2	0,19	0,19	0,19	0,17
140	3,1	0,16	0,09	0,15	0,17	0,16	0,17	0,14

4.1.2.3. $\theta=0^\circ$ için Sıcak Su Deşarjında Jet Merkez Eksen Yörüngeleri

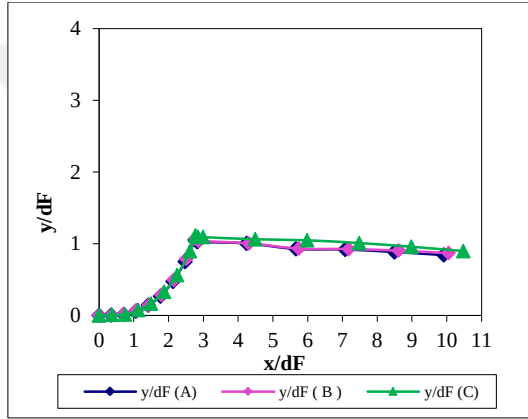
Deşarj derinliği H ’ ye bağlı olarak gerçekleştirilen $\theta=0^\circ$ deşarj deliği açısı için sıcak su deşarjı deneylerinin normalize edilmiş jet merkez eksen yörüngelerinin profilleri x/dF - y/dF olarak Şekil 4.7’ de verilmiştir. Normalize jet merkez eksen yörüngelerinin x/dF - y/dF sayısal değerleri de Tablo 4.23 ila 4.27’de verilmiştir. Şekil 4.7’den da görüleceği üzere, H değerindeki küçülmeye bağlı olarak jetin su yüzeyine çarpma noktasında ulaşmasından sonra, jetler yoğunluk tabakası haline dönüşerek merkez eksen yörüngeleri su yüzeyine yaklaşık paralel boyuna ilerlemeyi sürdürdüler.



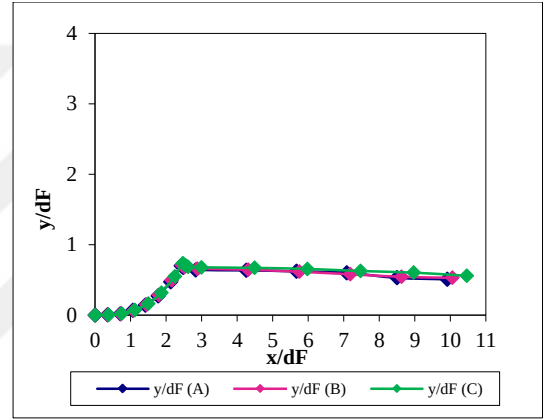
a. H=50cm



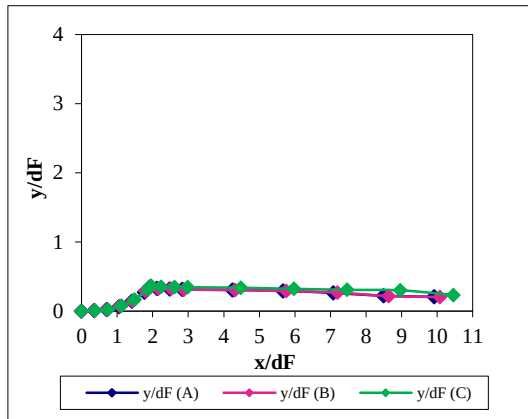
b. H=20cm



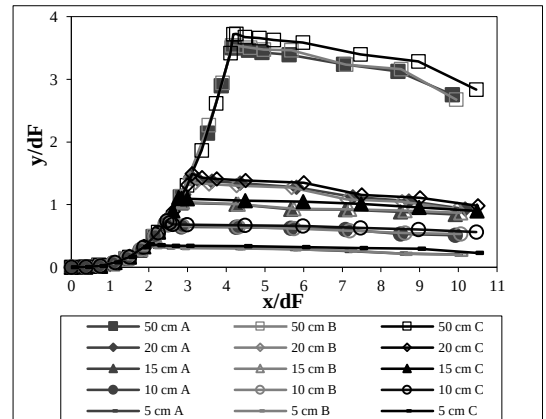
c. H=15cm



d. H=10cm



e. H=5cm



f. H değerlerine göre karşılaştırma

Şekil 4.7: H' ye göre $\theta=0^\circ$ için sıcak su deşarjı deneylerinin normalize edilmiş jet merkez eksenli yörüngelerinin profilleri.

Tablo 4.23: $\theta=0^\circ$ için, H=50cm derinliğinde sıcak su deşarjı jet merkez eksen yörünge koordinatları (çarpma noktaları işaretlenmiştir).

x [cm] (A)	x [cm] (B)	x [cm] (C)	y [cm] (A)	y [cm] (B)	y [cm] (C)	x/dF (A)	x/dF (B)	x/dF (C)	y/dF (A)	y/dF (B)	y/dF (C)
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
5	5	5	0,1	0,1	0,1	0,3515	0,355	0,3735	0,007	0,0071	0,0075
10	10	10	0,5	0,3	0,4	0,7031	0,7099	0,7471	0,0352	0,0213	0,0299
20	20	20	2	2	2,2	1,4061	1,4198	1,4942	0,1406	0,142	0,1644
30	30	30	7	7	7,5	2,1092	2,1297	2,2413	0,4921	0,4969	0,5603
40	40	40	16	16	17,5	2,8123	2,8396	2,9884	1,1249	1,1358	1,3074
-	-	45	-	-	25	-	-	3,3619	-	-	1,8677
50	50	50	30,5	32	35	3,5153	3,5495	3,7354	2,1443	2,2717	2,6148
55	55	55	41,2	41,5	45,8	3,8669	3,9045	4,109	2,8966	2,9461	3,4217
-	-	56	-	-	49,8	-	-	4,1837	-	-	3,7205
59	58,5	57	49,9	49,9	49,9	4,1481	4,1529	4,2584	3,5083	3,5424	3,728
60	60	60	49,8	49,8	49,2	4,2184	4,2594	4,4825	3,5013	3,5353	3,6757
65	65	65	49,3	49,4	49	4,5699	4,6144	4,8561	3,4661	3,5069	3,6607
70	70	70	48,8	49	48,6	4,9214	4,9693	5,2296	3,431	3,4785	3,6309
80	80	80	48,3	48,8	48	5,6245	5,6792	5,9767	3,3958	3,4643	3,586
100	100	100	46,1	45,6	45,5	7,0306	7,099	7,4709	3,2411	3,2372	3,3993
120	120	120	44,5	44,6	44	8,4368	8,5189	8,9651	3,1286	3,1662	3,2872
140	140	140	39,2	37,7	38	9,8429	9,9387	10,4593	2,756	2,6763	2,8389

Tablo 4.24: $\theta=0^\circ$ için, H=20cm derinliğinde sıcak su deşarjı jet merkez eksen yörünge koordinatları (çarpma noktaları işaretlenmiştir).

x [cm] (A)	x [cm] (B)	x [cm] (C)	y [cm] (A)	y [cm] (B)	y [cm] (C)	x/dF (A)	x/dF (B)	x/dF (C)	y/dF (A)	y/dF (B)	y/dF (C)
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
5	5	5	0,1	0,1	0,1	0,3633	0,3558	0,3751	0,0073	0,0071	0,0075
10	10	10	0,2	0,3	0,2	0,7265	0,7116	0,7502	0,0145	0,0213	0,015
15	15	15	0,9	0,9	1	1,0898	1,0674	1,1252	0,0654	0,064	0,075
20	20	20	2,1	2	2,3	1,453	1,4232	1,5003	0,1526	0,1423	0,1725
25	25	25	4,1	4	4,4	1,8163	1,779	1,8754	0,2979	0,2846	0,3301
30	30	30	7	6,8	7,5	2,1795	2,1348	2,2505	0,5086	0,4839	0,5626
35	35	35	11,3	10,7	11,9	2,5428	2,4906	2,6256	0,8209	0,7614	0,8927
40	40	40	16	16	17,5	2,906	2,8464	3,0007	1,1624	1,1386	1,3128
42,5	43	41,5	19,9	19,9	19,9	3,0876	3,0599	3,1132	1,4457	1,4161	1,4928
45	45	45	19,3	19	19,1	3,2693	3,2022	3,3757	1,4021	1,352	1,4328
50	50	50	18,9	18,7	18,8	3,6325	3,558	3,7508	1,3731	1,3307	1,4103
60	60	60	18,5	18,3	18,5	4,359	4,2696	4,501	1,344	1,3022	1,3878
80	80	80	17,6	17,9	18	5,812	5,6928	6,0013	1,2786	1,2738	1,3503
100	100	100	15,5	15,2	15,4	7,265	7,116	7,5016	1,1261	1,0816	1,1553
120	120	120	14,6	14,7	14,8	8,718	8,5392	9,002	1,0607	1,046	1,1102
140	140	140	12,8	13	13,1	10,171	9,9623	10,5023	0,9299	0,9251	0,9827

Tablo 4.25: $\theta=0^\circ$ için, H=15cm derinliğinde sıcak su deşarjı jet merkez eksen yörünge koordinatları (çarpma noktaları işaretlenmiştir).

x [cm] (A)	x [cm] (B)	x [cm] (C)	y [cm] (A)	y [cm] (B)	y [cm] (C)	x/dF (A)	x/dF (B)	x/dF (C)	y/dF (A)	y/dF (B)	y/dF (C)
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
5	5	5	0,1	0,1	0,1	0,3541	0,3591	0,3743	0,0071	0,0072	0,0075
10	10	10	0,2	0,3	0,2	0,7082	0,7183	0,7486	0,0142	0,0215	0,015
15	15	15	0,8	1	1	1,0623	1,0774	1,1229	0,0567	0,0718	0,0749
20	20	20	2	2	2,2	1,4164	1,4366	1,4973	0,1416	0,1437	0,1647
25	25	25	3,8	4	4,4	1,7705	1,7957	1,8716	0,2691	0,2873	0,3294
30	30	30	6,7	6,9	7,5	2,1246	2,1549	2,2459	0,4745	0,4956	0,5615
35	35	35	10,6	11	12	2,4787	2,514	2,6202	0,7507	0,7901	0,8984
-	-	37	-	-	14,9	-	-	2,7699	-	-	1,1155
39	38,6	38	14,9	14,9	14,7	2,762	2,7726	2,8448	1,0552	1,0703	1,1005
40	40	40	14,5	14,5	14,6	2,8328	2,8732	2,9945	1,0269	1,0415	1,093
60	60	60	14,2	14	14,2	4,2492	4,3097	4,4918	1,0057	1,0056	1,0631
80	80	80	13,1	13	14	5,6656	5,7463	5,989	0,9277	0,9338	1,0481
100	100	100	13	12,9	13,5	7,0821	7,1829	7,4863	0,9207	0,9266	1,0107
120	120	120	12,5	12,6	12,8	8,4985	8,6195	8,9836	0,8853	0,905	0,9582
140	140	140	11,9	12,1	12	9,9149	10,0561	10,4808	0,8428	0,8691	0,8984

Tablo 4.26: $\theta=0^\circ$ için, H=10cm derinliğinde sıcak su deşarjı jet merkez eksen yörünge koordinatları (çarpma noktaları işaretlenmiştir).

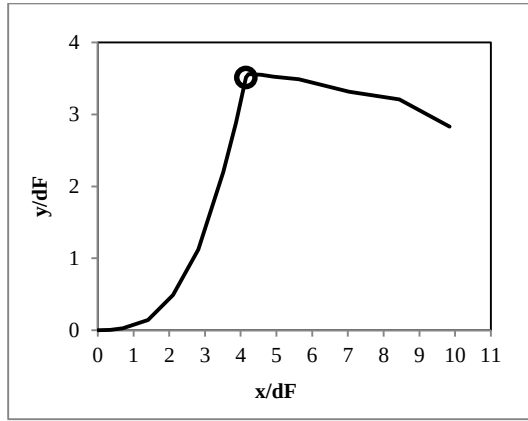
x [cm] (A)	x [cm] (B)	x [cm] (C)	y [cm] (A)	y [cm] (B)	y [cm] (C)	x/dF (A)	x/dF (B)	x/dF (C)	y/dF (A)	y/dF (B)	y/dF (C)
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
5	5	5	0,1	0,1	0,1	0,3541	0,3591	0,3735	0,0071	0,0072	0,0075
10	10	10	0,3	0,3	0,3	0,7082	0,7183	0,7471	0,0212	0,0215	0,0224
15	15	15	1	0,9	1	1,0623	1,0774	1,1206	0,0708	0,0646	0,0747
20	20	20	2	2,1	2,2	1,4164	1,4366	1,4942	0,1416	0,1508	0,1644
25	25	25	3,9	4	4,3	1,7705	1,7957	1,8677	0,2762	0,2873	0,3212
30	30	30	6,7	6,9	7,4	2,1246	2,1549	2,2413	0,4745	0,4956	0,5528
-	-	33	-	-	9,9	-	-	2,4654	-	-	0,7396
34,2	34	34	9,9	9,9	9,5	2,4221	2,4422	2,5401	0,7011	0,7111	0,7097
35	35	35	9,6	9,5	9,2	2,4787	2,514	2,6148	0,6799	0,6824	0,6873
40	40	40	9,1	9,2	9,1	2,8328	2,8732	2,9884	0,6445	0,6608	0,6799
60	60	60	9	9	9	4,2492	4,3097	4,4825	0,6374	0,6465	0,6724
80	80	80	8,8	8,6	8,8	5,6656	5,7463	5,9767	0,6232	0,6177	0,6574
100	100	100	8,5	8,1	8,4	7,0821	7,1829	7,4709	0,602	0,5818	0,6276
120	120	120	7,5	7,6	8,1	8,4985	8,6195	8,9651	0,5312	0,5459	0,6051
140	140	140	7,2	7,4	7,5	9,9149	10,0561	10,4593	0,5099	0,5315	0,5603

Tablo 4.27: $\theta=0^\circ$ için, $H=5\text{cm}$ derinliğinde sıcak su deşarjı jet merkez eksen yörünge koordinatları (çarpma noktaları işaretlenmiştir).

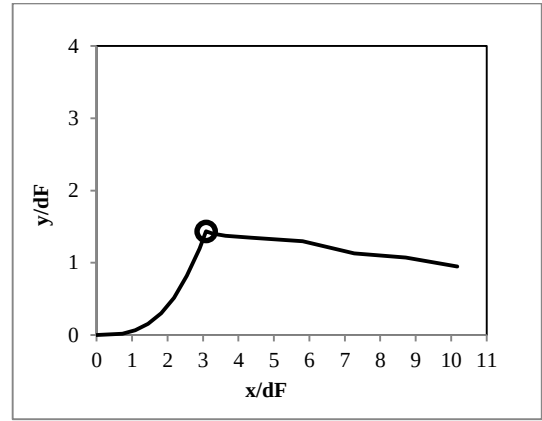
x [cm] (A)	x [cm] (B)	x [cm] (C)	y [cm] (A)	y [cm] (B)	y [cm] (C)	x/dF (A)	x/dF (B)	x/dF (C)	y/dF (A)	y/dF (B)	y/dF (C)
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
5	5	5	0,1	0,1	0,1	0,3541	0,36	0,3735	0,0071	0,0072	0,0075
10	10	10	0,3	0,3	0,3	0,7082	0,7199	0,7471	0,0212	0,0216	0,0224
15	15	15	0,9	1	1	1,0623	1,0799	1,1206	0,0637	0,072	0,0747
20	20	20	2	2	2,2	1,4164	1,4399	1,4942	0,1416	0,144	0,1644
25	25	25	3,8	4	4,3	1,7705	1,7999	1,8677	0,2691	0,288	0,3212
27,1	26,7	26,2	4,9	4,9	4,9	1,9192	1,9223	1,9574	0,347	0,3528	0,3661
30	30	30	4,6	4,5	4,7	2,1246	2,1598	2,2413	0,3258	0,324	0,3511
35	35	35	4,5	4,5	4,6	2,4787	2,5198	2,6148	0,3187	0,324	0,3437
40	40	40	4,4	4,3	4,6	2,8328	2,8798	2,9884	0,3116	0,3096	0,3437
60	60	60	4,3	4,2	4,5	4,2492	4,3197	4,4825	0,3045	0,3024	0,3362
80	80	80	4,1	4	4,3	5,6656	5,7596	5,9767	0,2904	0,288	0,3212
100	100	100	3,7	3,7	4,1	7,0821	7,1995	7,4709	0,262	0,2664	0,3063
120	120	120	3,1	3	4	8,4985	8,6394	8,9651	0,2195	0,216	0,2988
140	140	140	2,9	2,8	3,1	9,9149	10,0793	10,4593	0,2054	0,2016	0,2316

4.1.2.4. $\theta=0^\circ$ için Sıcak Su Deşarjında Ortalama Jet Merkez Eksen Yörüngeleri

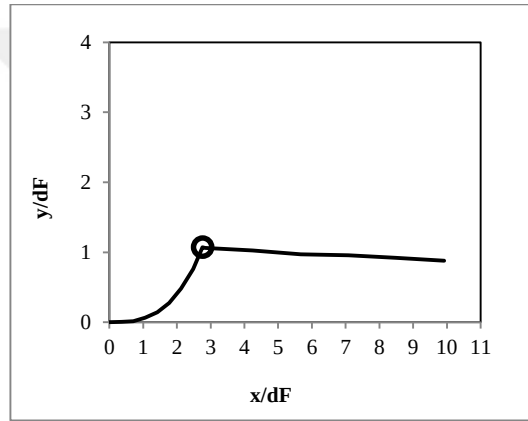
Deşarj derinliği H' ye bağlı olarak gerçekleştirilen $\theta=0^\circ$ deşarj deliği açısı için sıcak su deşarjı deneylerinin normalize edilmiş jet merkez eksen yörüngelerinin x/dF - y/dF olarak deneysel ölçüm noktalarının tüm deneyler için A serisi x/dF noktalarına enterpolasyon ile taşınmış ve ortalamaları alınmış profilleri x/dF - y/dF olarak Şekil 4.8'de verilmiştir. Normalize jet merkez eksen yörüngelerinin x/dF - y/dF sayısal değerleri de Tablo 4.28 ila 4.32'de verilmiştir. Şekil 4.8'den de görüldüğü gibi, jet merkez eksenleri deşarj derinliklerinin azalmasına bağlı olarak, derinliklerin büyüklüğüyle doğru orantılı bir şekilde çarpma noktası derinlikleri ve yoğunluk akıntılarının içerisindeki merkez eksenlerin düşey konumları da azalmışlardır. Yoğunluk akıntısı içi merkez eksenleri, çarpma noktası sonrası yatay eksen boyunca hareket ederlerken, konumlarında aşağı yönlü hareket gözlenmiştir. Hidrolik sıçrama sonucu oluşan bu hareketin etkisinin derinliğin değeri azaldıkça, azaldığı, çarpma noktası sonrası merkez eksenin sığlaşma arttıkça yatay eksene göre paralelleştiği belirlenmiştir



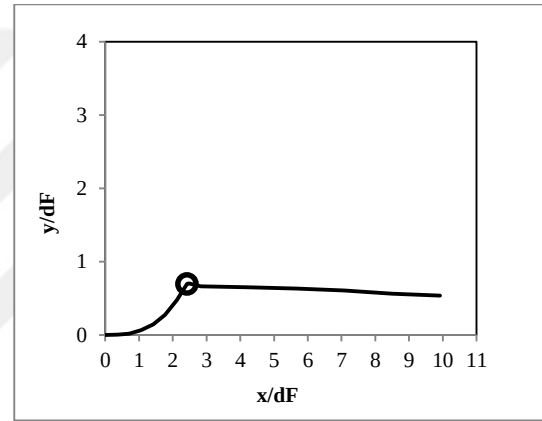
a. H=50cm



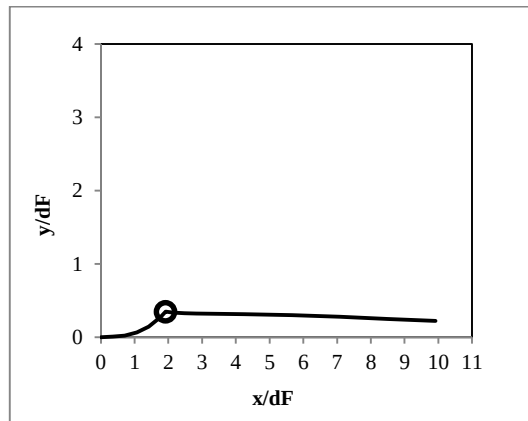
b. H=20cm



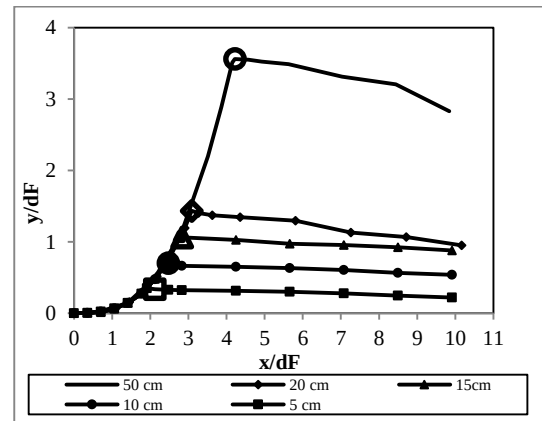
c. H=15cm



d. H=10cm



e. H=5cm



f. H değerlerine göre karşılaştırma

Şekil 4.8: $\theta=0^\circ$ için sıcak su deşarjında ortalama jet merkez eksenli yörüngeleri (çarpma noktaları işaretlenmiştir).

Tablo 4.28: $\theta=0^\circ$ için, H=50cm derinliğinde sıcak su deşarjında ortalama jet merkez eksenî yörünge koordinatları (çarpma noktaları işaretlenmiştir).

x/dF (A)	y/dF (A)	y/dF (B)	y/dF (C)	Ort y/dF	x/dF (A)	y/dF (A)	y/dF (B)	y/dF (C)	Ort y/dF
0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	4,1480	3,5082	3,5307	3,5780	3,5390
0,3515	0,0070	0,0070	0,0070	0,0070	4,2183	3,5012	3,5380	3,7239	3,5878
0,7030	0,0351	0,0210	0,0272	0,0278	4,5699	3,4661	3,5104	3,6721	3,5496
1,4061	0,1406	0,1396	0,1485	0,1429	4,9214	3,4309	3,4823	3,6555	3,5229
2,1091	0,4921	0,4866	0,4903	0,4897	5,6245	3,3957	3,4654	3,6071	3,4895
2,8122	1,1249	1,1112	1,1313	1,1225	7,0306	3,2411	3,2481	3,4542	3,3145
3,5153	2,1443	2,2169	2,0978	2,1531	8,4367	3,1286	3,1702	3,3268	3,2086
3,8668	2,8966	2,8746	2,8776	2,8830	9,8428	2,7561	2,7093	3,0238	2,8297

Tablo 4.29: $\theta=0^\circ$ için, H=20cm derinliğinde sıcak su deşarjında ortalama jet merkez eksenî yörünge koordinatları (çarpma noktaları işaretlenmiştir).

x/dF (A)	y/dF (A)	y/dF (B)	y/dF (C)	Ort y/dF	x/dF (A)	y/dF (A)	y/dF (B)	y/dF (C)	Ort y/dF
0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	3,0876	1,4457	1,4036	1,4520	1,4338
0,3633	0,0073	0,0073	0,0073	0,0073	3,2693	1,4022	1,3480	1,4572	1,4024
0,7265	0,0145	0,0231	0,0145	0,0174	3,6325	1,3731	1,3277	1,4174	1,3727
1,0898	0,0654	0,0690	0,0693	0,0679	4,3590	1,3440	1,2986	1,3921	1,3449
1,4530	0,1526	0,1542	0,1602	0,1557	5,8120	1,2786	1,2577	1,3550	1,2971
1,8163	0,2979	0,3055	0,3052	0,3029	7,2650	1,1261	1,0779	1,1860	1,1300
2,1795	0,5086	0,5188	0,5186	0,5153	8,7180	1,0607	1,0308	1,1188	1,0701
2,5428	0,8209	0,8167	0,8198	0,8192	10,1710	0,9299	0,9073	1,0109	0,9494
2,9060	1,1624	1,2161	1,2068	1,1951	-	-	-	-	-

Tablo 4.30: $\theta=0^\circ$ için, H=15cm derinliğinde sıcak su deşarjında ortalama jet merkez eksenî yörünge koordinatları (çarpma noktaları işaretlenmiştir).

x/dF (A)	y/dF (A)	y/dF (B)	y/dF (C)	Ort y/dF	x/dF (A)	y/dF (A)	y/dF (B)	y/dF (C)	Ort y/dF
0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	2,7620	1,0552	1,0588	1,1040	1,0727
0,3541	0,0071	0,0071	0,0071	0,0071	2,8328	1,0269	1,0530	1,1029	1,0609
0,7082	0,0142	0,0211	0,0142	0,0165	4,2492	1,0057	1,0071	1,0679	1,0269
1,0623	0,0567	0,0697	0,0652	0,0638	5,6656	0,9277	0,9378	1,0513	0,9723
1,4164	0,1416	0,1396	0,1453	0,1422	7,0821	0,9207	0,9271	1,0208	0,9562
1,7705	0,2691	0,2772	0,2849	0,2771	8,4985	0,8853	0,9069	0,9752	0,9224
2,1246	0,4745	0,4781	0,4863	0,4796	9,9149	0,8428	0,8727	0,9210	0,8788
2,4787	0,7507	0,7612	0,7710	0,7610	-	-	-	-	-

Tablo 4.31: $\theta=0^\circ$ için, H=10cm derinliğinde sıcak su deşarjında ortalama jet merkez eksenî yörünge koordinatları (çarpma noktaları işaretlenmiştir).

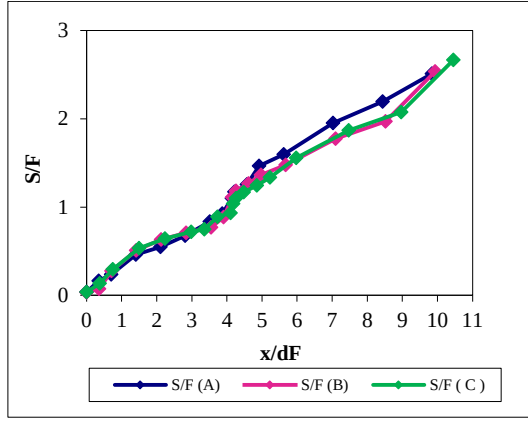
x/dF (A)	y/dF (A)	y/dF (B)	y/dF (C)	Ort y/dF	x/dF (A)	y/dF (A)	y/dF (B)	y/dF (C)	Ort y/dF
0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	2,4787	0,6799	0,6965	0,7507	0,7090
0,3541	0,0071	0,0071	0,0071	0,0071	2,8328	0,6445	0,6632	0,6830	0,6636
0,7082	0,0212	0,0211	0,0209	0,0211	4,2492	0,6374	0,6471	0,6735	0,6527
1,0623	0,0708	0,0628	0,0665	0,0667	5,6656	0,6232	0,6193	0,6605	0,6344
1,4164	0,1416	0,1460	0,1457	0,1444	7,0821	0,6020	0,5843	0,6353	0,6072
1,7705	0,2762	0,2777	0,2804	0,2781	8,4985	0,5312	0,5489	0,6121	0,5641
2,1246	0,4745	0,4781	0,4805	0,4777	9,9149	0,5099	0,5329	0,5766	0,5398
2,4221	0,7011	0,6960	0,7035	0,7002	-	-	-	-	-

Tablo 4.32: $\theta=0^\circ$ için, H=5cm derinliğinde sıcak su deşarjında ortalama jet merkez eksenî yörünge koordinatları (çarpma noktaları işaretlenmiştir).

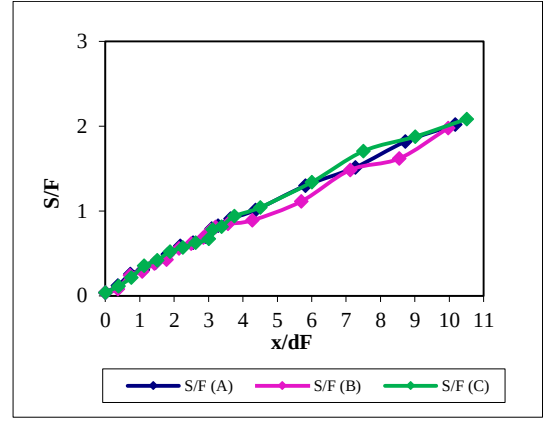
x/dF (A)	y/dF (A)	y/dF (B)	y/dF (C)	Ort y/dF	x/dF (A)	y/dF (A)	y/dF (B)	y/dF (C)	Ort y/dF
0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	2,4787	0,3187	0,3232	0,3464	0,3294
0,3541	0,0071	0,0071	0,0071	0,0071	2,8328	0,3116	0,3105	0,3437	0,3219
0,7082	0,0212	0,0211	0,0209	0,0211	4,2492	0,3045	0,3020	0,3374	0,3146
1,0623	0,0637	0,0697	0,0665	0,0667	5,6656	0,2904	0,2881	0,3244	0,3009
1,4164	0,1416	0,1396	0,1457	0,1423	7,0821	0,2620	0,2673	0,3102	0,2798
1,7705	0,2691	0,2772	0,2804	0,2756	8,4985	0,2195	0,2197	0,3012	0,2468
1,9192	0,3470	0,3518	0,3470	0,3486	9,9149	0,2054	0,2025	0,2561	0,2213
2,1246	0,3258	0,3269	0,3573	0,3366	-	-	-	-	-

4.1.2.5. $\theta=0^\circ$ için Sıcak Su Deşarjında Jet Merkez eksenî Boyunca Yatay Seyrelme Değişimi

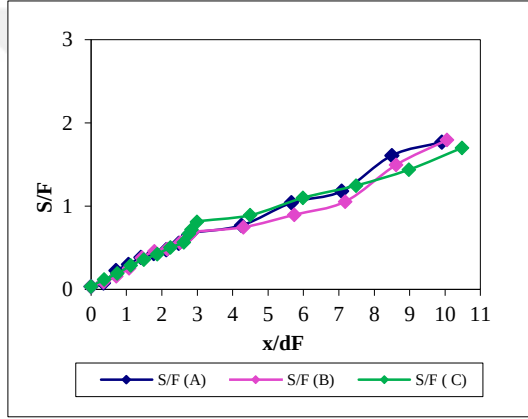
Gerçekleştiren sıcak su deşarjları deliğin açısı $\theta=0^\circ$ için boyutsuz x/dF yatay uzaklığına, H bağlı olarak jet merkezlerindeki yatay seyrelme değişimi Şekil 4.9’da görülmektedir. Aynı zamanda x/dF yatay uzaklığına bağlı olarak jet merkezlerindeki yatay seyrelme değişimi Tablo 4.33 ila 4.37’de sayısal olarak verilmiştir.



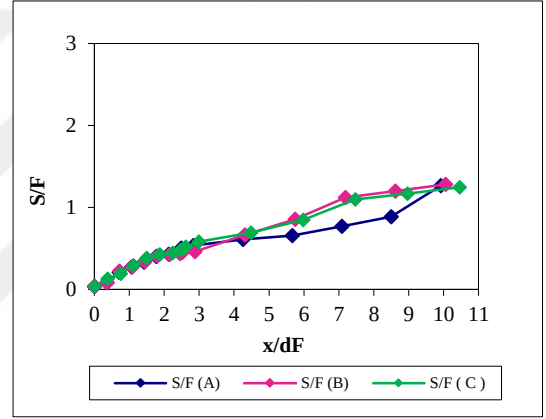
a. H=50cm



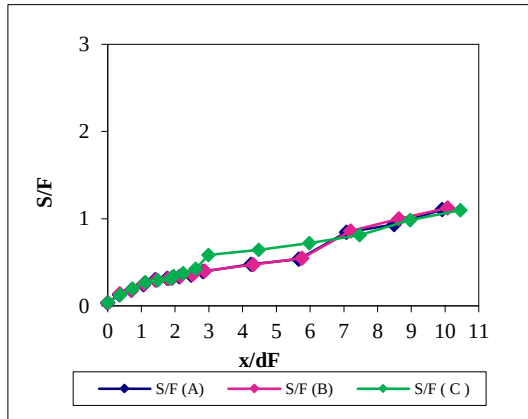
b. H=20cm



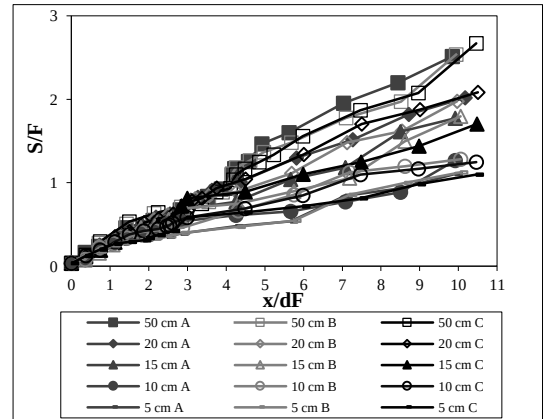
c. H=15cm



d. H=10cm



e. H=5cm



f. H değerlerine göre karşılaştırma

Şekil 4.9: $\theta=0^\circ$ için azalan H değerlerine göre sıcak su deşarjında jet merkez eksenı boyunca yatay seyrelme değışimi.

Tablo 4.33: $\theta=0^\circ$ için, H=50cm derinliğinde sıcak su deşarjı jet merkez eksenı boyunca yatay seyrelme değışimi (çarpma noktaları işaretlenmiştir).

x/dF (A)	S (A)	S/F (A)	x/dF (B)	S (B)	S/F (B)	x/dF (C)	S (C)	S/F (C)
0,0000	1,02	0,0358	0,0000	0,96	0,0343	0,0000	1,00	0,0376
0,3515	4,67	0,1643	0,3550	2,06	0,0733	0,3735	3,62	0,1353
0,7031	6,76	0,2375	0,7099	7,81	0,2773	0,7471	7,93	0,2965
1,4061	13,16	0,4625	1,4198	14,28	0,5071	1,4942	14,28	0,5336
2,1092	15,63	0,5493	2,1297	17,85	0,6338	2,2413	17,24	0,6440
2,8123	19,23	0,6760	2,8396	20,00	0,7099	2,9884	19,23	0,7184
-	-	-	-	-	-	3,3619	20,00	0,7471
3,5153	23,81	0,8370	3,5495	21,73	0,7716	3,7354	23,80	0,8894
3,8669	26,32	0,9251	3,9045	25,00	0,8874	4,1090	25,00	0,9339
-	-	-	-	-	-	4,1837	27,77	1,0376
4,1481	31,25	1,0985	4,1529	31,25	1,1092	4,2584	29,41	1,0987
4,2184	33,33	1,1718	4,2594	33,33	1,1832	4,4825	31,25	1,1673
4,5699	35,71	1,2555	4,6144	35,71	1,2677	4,8561	33,33	1,2451
4,9214	41,67	1,4647	4,9693	38,46	1,3652	5,2296	35,71	1,3341
5,6245	45,45	1,5979	5,6792	41,66	1,4790	5,9767	41,66	1,5564
7,0306	55,56	1,9530	7,0990	50,00	1,7748	7,4709	50,00	1,8677
8,4368	62,50	2,1971	8,5189	55,55	1,9720	8,9651	55,55	2,0752
9,8429	71,43	2,5109	9,9387	71,42	2,5354	10,4593	71,42	2,6682

Tablo 4.34: $\theta=0^\circ$ için, H=20cm derinliğinde sıcak su deşarjı jet merkez eksenı boyunca yatay seyrelme değışimi (çarpma noktaları işaretlenmiştir).

x/dF (A)	S (A)	S/F (A)	x/dF (B)	S (B)	S/F (B)	x/dF (C)	S (C)	S/F (C)
0	0,98	0,0357	0	0,97	0,0346	0	0,99	0,0373
0,3633	3,29	0,1195	0,3558	2,10	0,078	0,3751	2,94	0,1103
0,7265	7,04	0,2558	0,7116	6,75	0,2404	0,7502	5,68	0,2131
1,0898	8,33	0,3027	1,0674	8,06	0,2869	1,1252	9,43	0,3539
1,453	10,64	0,3864	1,4232	10,63	0,3785	1,5003	11,11	0,4168
1,8163	13,51	0,4909	1,779	11,90	0,4236	1,8754	13,88	0,5209
2,1795	16,13	0,5859	2,1348	15,62	0,5559	2,2505	15,15	0,5683
2,5428	17,24	0,6263	2,4906	17,24	0,6134	2,6256	16,66	0,6251
2,906	19,23	0,6986	2,8464	19,23	0,6842	3,0007	17,85	0,6698
3,0876	21,74	0,7897	3,0599	21,73	0,7735	3,1132	20,83	0,7814
3,2693	22,73	0,8256	3,2022	22,72	0,8086	3,3757	21,73	0,8154
3,6325	25,00	0,9081	3,558	23,80	0,8471	3,7508	25,00	0,9377
4,359	27,78	1,009	4,2696	25,00	0,8895	4,501	27,77	1,0419
5,812	35,71	1,2973	5,6928	31,25	1,1119	6,0013	35,71	1,3396
7,265	41,67	1,5135	7,116	41,66	1,4825	7,5016	45,45	1,7049
8,718	50,00	1,8163	8,5392	45,45	1,6173	9,002	50,00	1,8754
10,171	55,56	2,0181	9,9623	55,55	1,9767	10,5023	55,55	2,0838

Tablo 4.35: $\theta=0^\circ$ için, $H=15\text{cm}$ derinliğinde sıcak su deşarjı jet merkez eksenı boyunca yatay seyrelme değışimi (çarpma noktaları işaretlenmiştir).

x/dF (A)	S (A)	S/F (A)	x/dF (B)	S (B)	S/F (B)	x/dF (C)	S (C)	S/F (C)
0,0000	0,98	0,0346	0,0000	0,97	0,0349	0,0000	0,98	0,0368
0,3541	2,25	0,0798	0,3591	2,46	0,0885	0,3743	3,21	0,1200
0,7082	6,41	0,2270	0,7183	4,42	0,1589	0,7486	5,15	0,1929
1,0623	8,47	0,3001	1,0774	7,14	0,2565	1,1229	7,69	0,2879
1,4164	10,87	0,3849	1,4366	10,63	0,3821	1,4973	9,62	0,3599
1,7705	12,20	0,4318	1,7957	12,82	0,4604	1,8716	11,36	0,4254
2,1246	13,51	0,4785	2,1549	13,51	0,4853	2,2459	13,51	0,5058
2,4787	15,63	0,5533	2,5140	15,62	0,5612	2,6202	15,15	0,5671
-	-	-	-	-	-	2,7699	17,86	0,6684
2,7620	18,52	0,6557	2,7726	17,85	0,6413	2,8448	19,23	0,7198
2,8328	19,23	0,6810	2,8732	19,23	0,6907	2,9945	21,74	0,8137
4,2492	21,74	0,7698	4,3097	20,83	0,7482	4,4918	23,81	0,8912
5,6656	29,41	1,0415	5,7463	25,00	0,8979	5,9890	29,41	1,1009
7,0821	33,33	1,1803	7,1829	29,41	1,0563	7,4863	33,33	1,2477
8,4985	45,45	1,6096	8,6195	41,66	1,4964	8,9836	38,46	1,4397
9,9149	50,00	1,7705	10,0561	50,00	1,7957	10,4808	45,45	1,7014

Tablo 4.36: $\theta=0^\circ$ için, $H=10\text{cm}$ derinliğinde sıcak su deşarjı jet merkez eksenı boyunca yatay seyrelme değışimi (çarpma noktaları işaretlenmiştir).

x/dF (A)	S (A)	S/F (A)	x/dF (B)	S (B)	S/F (B)	x/dF (C)	S (C)	S/F (C)
0,0000	0,97	0,0344	0,0000	0,97	0,0349	0,0000	1,00	0,0374
0,3541	2,29	0,0812	0,3591	2,29	0,0824	0,3735	3,42	0,1279
0,7082	5,88	0,2083	0,7183	6,17	0,2217	0,7471	5,15	0,1925
1,0623	7,69	0,2724	1,0774	7,57	0,2721	1,1206	7,81	0,2918
1,4164	9,43	0,3341	1,4366	9,43	0,3388	1,4942	10,20	0,3812
1,7705	11,36	0,4024	1,7957	11,36	0,4081	1,8677	11,36	0,4245
2,1246	12,20	0,4318	2,1549	11,90	0,4276	2,2413	11,90	0,4447
-	-	-	-	-	-	2,4654	12,82	0,4789
2,4221	13,16	0,4659	2,4422	12,19	0,4380	2,5401	13,15	0,4915
2,4787	14,29	0,5059	2,5140	12,50	0,4489	2,6148	13,88	0,5188
2,8328	15,15	0,5365	2,8732	12,82	0,4604	2,9884	15,62	0,5837
4,2492	17,24	0,6105	4,3097	18,51	0,6651	4,4825	18,51	0,6917
5,6656	18,52	0,6557	5,7463	23,80	0,8551	5,9767	22,72	0,8490
7,0821	21,74	0,7698	7,1829	31,25	1,1223	7,4709	29,41	1,0987
8,4985	25,00	0,8853	8,6195	33,33	1,1972	8,9651	31,25	1,1673
9,9149	35,71	1,2647	10,0561	35,71	1,2827	10,4593	33,33	1,2451

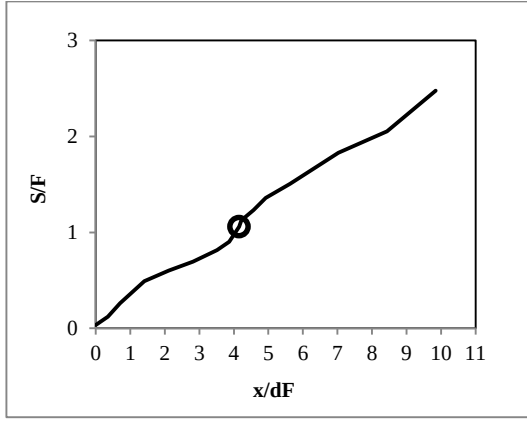
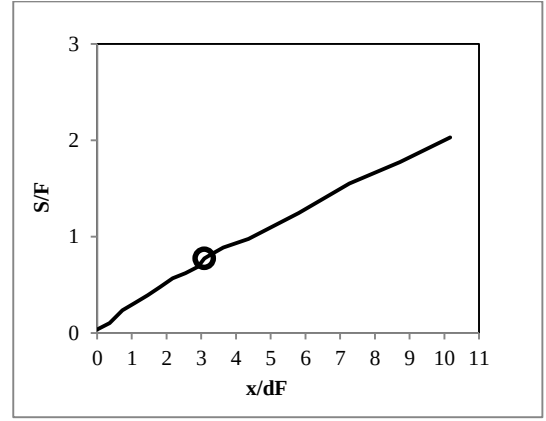
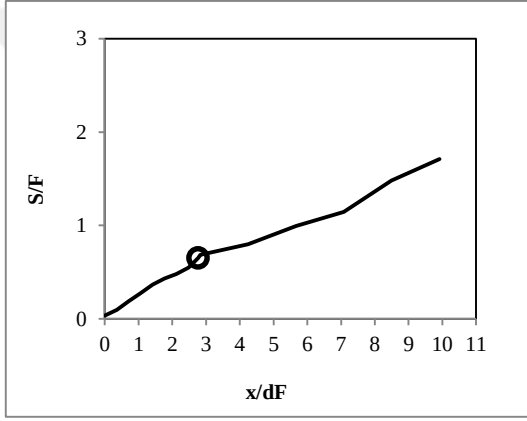
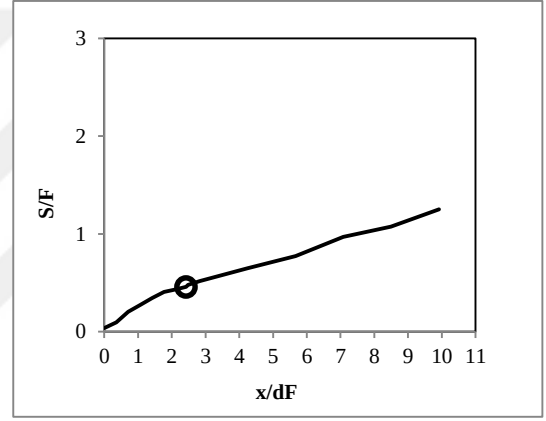
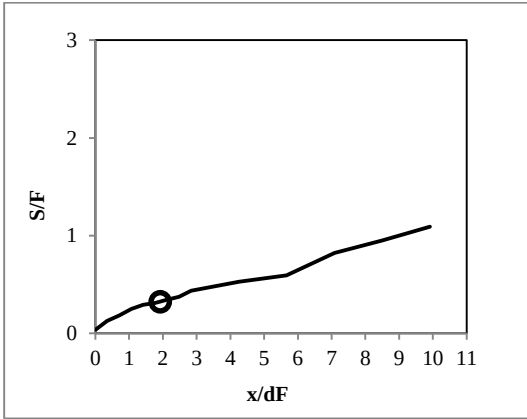
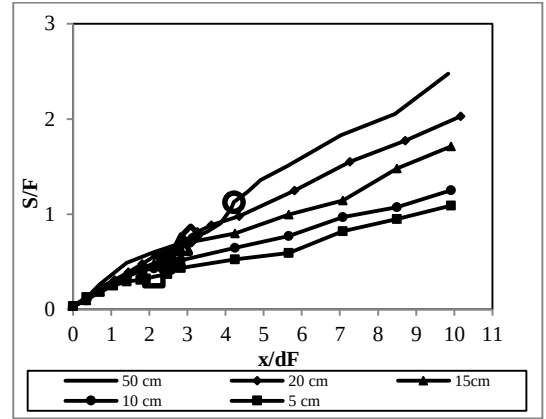
Tablo 4.37: $\theta=0^\circ$ için, $H=5\text{cm}$ derinliğinde sıcak su deşarjı jet merkez eksenini boyunca yatay seyrelme değişimi (çarpma noktaları işaretlenmiştir).

x/dF (A)	S (A)	S/F (A)	x/dF (B)	S (B)	S/F (B)	x/dF (C)	S (C)	S/F (C)
0,0000	0,97	0,0343	0,0000	0,99	0,0356	0,0000	0,99	0,0371
0,3541	3,62	0,1283	0,3600	3,90	0,1406	0,3735	3,33	0,1245
0,7082	5,10	0,1807	0,7199	4,95	0,1782	0,7471	5,31	0,1987
1,0623	6,85	0,2425	1,0799	7,04	0,2535	1,1206	7,24	0,2707
1,4164	8,47	0,3001	1,4399	8,19	0,2951	1,4942	7,81	0,2918
1,7705	8,93	0,3162	1,7999	8,62	0,3103	1,8677	8,33	0,3113
1,9192	9,09	0,3219	1,9223	8,92	0,3214	1,9574	9,09	0,3396
2,1246	9,43	0,3341	2,1598	9,43	0,3396	2,2413	10,00	0,3735
2,4787	10,00	0,3541	2,5198	10,00	0,3600	2,6148	11,36	0,4245
2,8328	11,11	0,3934	2,8798	11,11	0,4000	2,9884	15,62	0,5837
4,2492	13,51	0,4785	4,3197	13,15	0,4736	4,4825	17,24	0,6440
5,6656	15,15	0,5365	5,7596	15,15	0,5454	5,9767	19,23	0,7184
7,0821	23,81	0,8431	7,1995	23,80	0,8571	7,4709	21,73	0,8121
8,4985	26,32	0,9318	8,6394	27,77	0,9999	8,9651	26,31	0,9830
9,9149	31,25	1,1066	10,0793	31,25	1,1249	10,4593	29,41	1,0987

4.1.2.6. $\theta=0^\circ$ için Sıcak Su Deşarjında Jet Merkez eksenini Boyunca Ortalama Yatay

Seyrelme Değişimi

Gerçekleştiren sıcak su deşarjlarının deliğin açısı $\theta=0^\circ$ için x/dF yatay uzaklığına, H değerlerine bağlı olarak jet merkezlerindeki ortalama yatay seyrelme değişimleri Şekil 4.10'da görülmektedir. Yatay seyrelme değişimlerinin veri setleri Tablo 4.38 ila 4.42'de sayısal olarak verilmiştir. Şekil 4.10'dan da görüleceği üzere, derinliğin sığlaşması ile birlikte, çarpma noktası öncesinde ve sonrasında derinlik azaldıkça jet merkez eksenindeki yatay seyrelme değerleri de en serbest hale ($H=50\text{cm}$) göre ve daha derindeki deneysel sonuçlara göre daha küçük değerler almaktadırlar. Sığlaşmanın sadece çarpma noktasında değil çarpma öncesinde ve sonrasında jet içi ve yoğunluk akıntısı içi yatay seyrelmeleri küçük değerlere doğru kaydıracağı belirlenmiştir.

a. $H=50\text{cm}$ b. $H=20\text{cm}$ c. $H=15\text{cm}$ d. $H=10\text{cm}$ e. $H=5\text{cm}$ f. H değerlerine göre karşılaştırma

Şekil 4.10: $\theta=0^\circ$ için azalan H değerlerine göre sıcak su deşarjında jet merkez eksenini boyunca ortalama yatay seyrelme değişimi (çarpma noktaları işaretlenmiştir).

Tablo 4.38: $\theta=0^\circ$ için, H=50cm derinliğinde sıcak su deşarjı jet merkez eksenı boyunca ortalama yatay seyrelme değışimi (çarpma noktaları işaretlenmiştir).

x/dF (A)	S/F (A)	S/F (B)	S/F (C)	Ort S/F	x/dF (A)	S/F (A)	S/F (B)	S/F (C)	Ort S/F
0,0000	0,0358	0,0343	0,0376	0,0359	4,1481	1,0985	1,1049	0,9881	1,0639
0,3515	0,1643	0,0730	0,1296	0,1223	4,2184	1,1718	1,1547	1,0660	1,1308
0,7031	0,2375	0,2734	0,2775	0,2628	4,5699	1,2555	1,2571	1,1855	1,2327
1,4061	0,4625	0,5026	0,5057	0,4903	4,9214	1,4647	1,3520	1,2607	1,3592
2,1092	0,5493	0,6302	0,6245	0,6013	5,6245	1,5979	1,4702	1,4516	1,5066
2,8123	0,6760	0,7070	0,7008	0,6946	7,0306	1,9530	1,7605	1,7760	1,8298
3,5153	0,8370	0,7687	0,8055	0,8037	8,4368	2,1971	1,9606	2,0019	2,0532
3,8669	0,9251	0,8751	0,9050	0,9017	9,8429	2,5109	2,4974	2,4236	2,4773

Tablo 4.39: $\theta=0^\circ$ için, H=20cm derinliğinde sıcak su deşarjı jet merkez eksenı boyunca ortalama yatay seyrelme değışimi (çarpma noktaları işaretlenmiştir).

x/dF (A)	S/F (A)	S/F (B)	S/F (C)	Ort S/F	x/dF (A)	S/F (A)	S/F (B)	S/F (C)	Ort S/F
0,0000	0,0357	0,0346	0,0373	0,0359	3,0876	0,7897	0,7803	0,7561	0,7754
0,3633	0,1195	0,0814	0,1080	0,1030	3,2693	0,8256	0,8159	0,8016	0,8144
0,7265	0,2558	0,2424	0,2066	0,2349	3,6325	0,9081	0,8516	0,8991	0,8863
1,0898	0,3027	0,2927	0,3405	0,3120	4,3590	1,0090	0,9035	1,0222	0,9782
1,4530	0,3864	0,3823	0,4088	0,3925	5,8120	1,2973	1,1429	1,3020	1,2474
1,8163	0,4909	0,4374	0,5045	0,4776	7,2650	1,5135	1,4966	1,6473	1,5525
2,1795	0,5859	0,5632	0,5593	0,5695	8,7180	1,8163	1,6624	1,8431	1,7739
2,5428	0,6263	0,6238	0,6126	0,6209	10,1710	2,0181	2,0294	2,0378	2,0284
2,9060	0,6986	0,7092	0,6585	0,6887	-	-	-	-	-

Tablo 4.40: $\theta=0^\circ$ için, H=15cm derinliğinde sıcak su deşarjı jet merkez eksenı boyunca ortalama yatay seyrelme değışimi (çarpma noktaları işaretlenmiştir).

x/dF (A)	S/F (A)	S/F (B)	S/F (C)	Ort S/F	x/dF (A)	S/F (A)	S/F (B)	S/F (C)	Ort S/F
0,0000	0,0346	0,0349	0,0368	0,0355	2,7620	0,6557	0,6380	0,6631	0,6523
0,3541	0,0798	0,0877	0,1155	0,0943	2,8328	0,6810	0,6709	0,7116	0,6878
0,7082	0,2270	0,1569	0,1851	0,1897	4,2492	0,7698	0,7458	0,8787	0,7981
1,0623	0,3001	0,2524	0,2725	0,2750	5,6656	1,0415	0,8895	1,0556	0,9955
1,4164	0,3849	0,3750	0,3444	0,3681	7,0821	1,1803	1,0452	1,2081	1,1445
1,7705	0,4318	0,4549	0,4077	0,4315	8,4985	1,6096	1,4594	1,3775	1,4821
2,1246	0,4785	0,4832	0,4798	0,4805	9,9149	1,7705	1,7663	1,6025	1,7131
2,4787	0,5533	0,5537	0,5440	0,5503	-	-	-	-	-

Tablo 4.41: $\theta=0^\circ$ için, $H=10\text{cm}$ derinliğinde sıcak su deşarjı jet merkez eksenı boyunca ortalama yatay seyrelme değışimi (çarpma noktaları işaretlenmiştir).

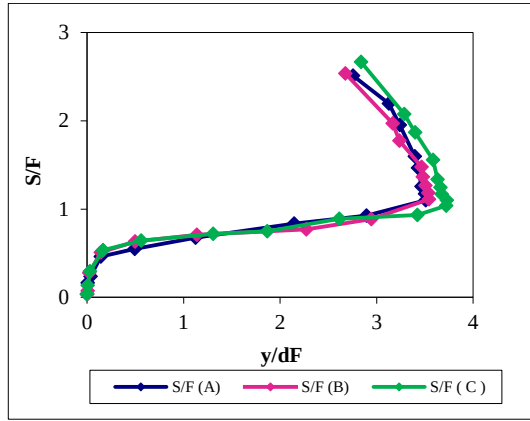
x/dF (A)	S/F (A)	S/F (B)	S/F (C)	Ort S/F	x/dF (A)	S/F (A)	S/F (B)	S/F (C)	Ort S/F
0,0000	0,0344	0,0349	0,0374	0,0356	2,4787	0,5059	0,4436	0,4812	0,4769
0,3541	0,0812	0,0817	0,1232	0,0954	2,8328	0,5365	0,4592	0,5567	0,5174
0,7082	0,2083	0,2178	0,1858	0,2040	4,2492	0,6105	0,6565	0,6749	0,6473
1,0623	0,2724	0,2700	0,2763	0,2729	5,6656	0,6557	0,8444	0,8162	0,7721
1,4164	0,3341	0,3351	0,3626	0,3439	7,0821	0,7698	1,1036	1,0337	0,9690
1,7705	0,4024	0,4033	0,4132	0,4063	8,4985	0,8853	1,1908	1,1459	1,0740
2,1246	0,4318	0,4259	0,4215	0,4264	9,9149	1,2647	1,2743	1,2168	1,2519
2,4221	0,4659	0,4373	0,4723	0,4585	-	-	-	-	-

Tablo 4.42: $\theta=0^\circ$ için, $H=5\text{cm}$ derinliğinde sıcak su deşarjı jet merkez eksenı boyunca ortalama yatay seyrelme değışimi (çarpma noktaları işaretlenmiştir).

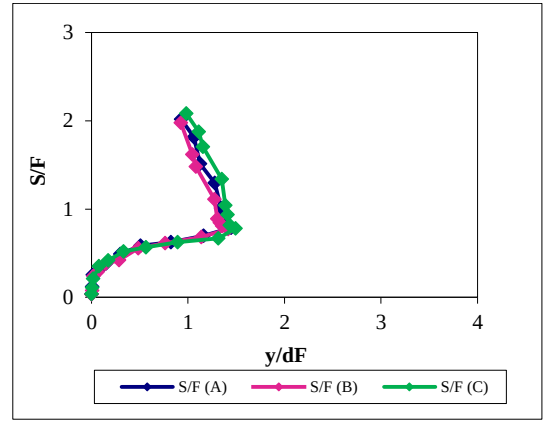
x/dF (A)	S/F (A)	S/F (B)	S/F (C)	Ort S/F	x/dF (A)	S/F (A)	S/F (B)	S/F (C)	Ort S/F
0,0000	0,0343	0,0356	0,0371	0,0357	2,4787	0,3541	0,3571	0,4059	0,3724
0,3541	0,1283	0,1388	0,1200	0,1290	2,8328	0,3934	0,3946	0,5174	0,4351
0,7082	0,1807	0,1767	0,1910	0,1828	4,2492	0,4785	0,4695	0,6346	0,5275
1,0623	0,2425	0,2498	0,2594	0,2506	5,6656	0,5365	0,5401	0,7029	0,5932
1,4164	0,3001	0,2921	0,2874	0,2932	7,0821	0,8431	0,8333	0,7877	0,8214
1,7705	0,3162	0,3085	0,3062	0,3103	8,4985	0,9318	0,9856	0,9296	0,9490
1,9192	0,3219	0,3208	0,3275	0,3234	9,9149	1,1066	1,1101	1,0565	1,0911
2,1246	0,3341	0,3365	0,3596	0,3434	-	-	-	-	-

4.1.2.7. $\theta=0^\circ$ için Sıcak Su Deşarjında Jet Merkez eksenı Boyunca Düşey Seyrelme Değışimi

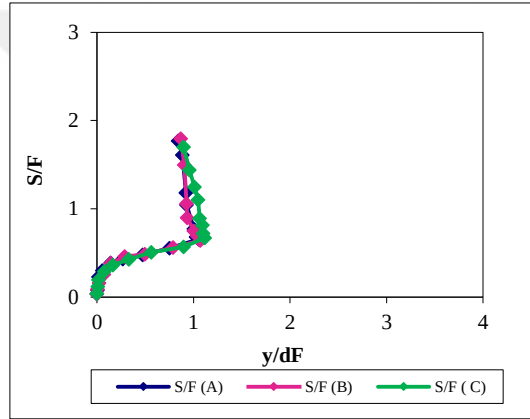
Gerçekleştiren sıcak su deşarjları deliğın açısı $\theta=0^\circ$ için boyutsuz y/dF düşey uzaklığına, H bağılı olarak jet merkezlerindeki düşey seyrelme değışimi Şekil 4.11’da görölmektedir aynı zamanda y/dF düşey uzaklığına bağılı olarak jet merkezlerindeki düşey seyrelme değışimi Tablo 4.43 ila 4.47’da sayısal olarak verilmiştir.



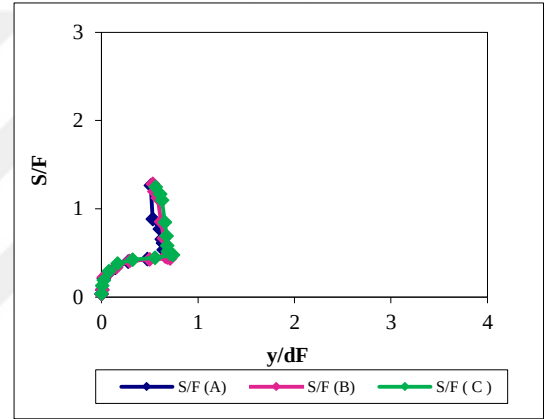
a. H=50cm



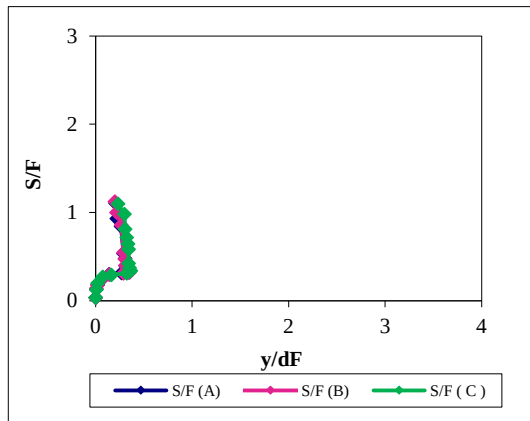
b. H=20cm



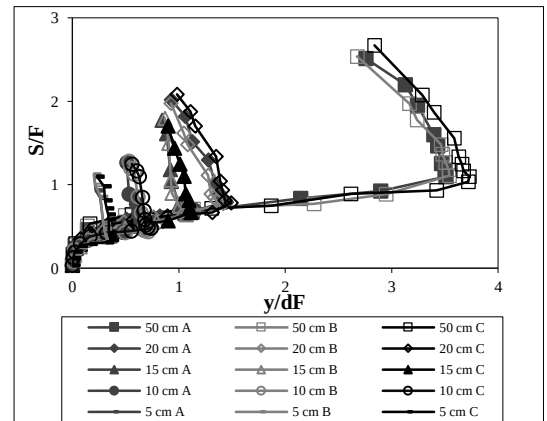
c. H=15cm



d. H=10cm



e. H=5cm



f. H değerlerine göre karşılaştırma

Şekil 4.11: $\theta=0^\circ$ için azalan H değerine bağlı olarak sıcak su deşarjı jet merkez eksenı boyunca düşey seyrelme değışimi.

Tablo 4.43: $\theta=0^\circ$ için, H=50cm derinliğinde sıcak su deşarjı jet merkez eksenı boyunca düşey seyrelme değışimi (çarpma noktaları işaretlenmiştir).

y/dF (A)	S (A)	S/F (A)	y/dF (B)	S (B)	S/F (B)	y/dF (C)	S (C)	S/F (C)
0,0000	1,02	0,0358	0,0000	0,96	0,0343	0,0000	1,00	0,0376
0,0070	4,67	0,1643	0,0071	2,06	0,0733	0,0075	3,62	0,1353
0,0352	6,76	0,2375	0,0213	7,81	0,2773	0,0299	7,93	0,2965
0,1406	13,16	0,4625	0,1420	14,28	0,5071	0,1644	14,28	0,5336
0,4921	15,63	0,5493	0,4969	17,85	0,6338	0,5603	17,24	0,6440
1,1249	19,23	0,6760	1,1358	20,00	0,7099	1,3074	19,23	0,7184
-	-	-	-	-	-	1,8677	20,00	0,7471
2,1443	23,81	0,8370	2,2717	21,73	0,7716	2,6148	23,80	0,8894
2,8966	26,32	0,9251	2,9461	25,00	0,8874	3,4217	25,00	0,9339
-	-	-	-	-	-	3,7205	27,77	1,0376
3,5083	31,25	1,0985	3,5424	31,25	1,1092	3,7280	29,41	1,0987
3,5013	33,33	1,1718	3,5353	33,33	1,1832	3,6757	31,25	1,1673
3,4661	35,71	1,2555	3,5069	35,71	1,2677	3,6607	33,33	1,2451
3,4310	41,67	1,4647	3,4785	38,46	1,3652	3,6309	35,71	1,3341
3,3958	45,45	1,5979	3,4643	41,66	1,4790	3,5860	41,66	1,5564
3,2411	55,56	1,9530	3,2372	50,00	1,7748	3,3993	50,00	1,8677
3,1286	62,50	2,1971	3,1662	55,55	1,9720	3,2872	55,55	2,0752
2,7560	71,43	2,5109	2,6763	71,42	2,5354	2,8389	71,42	2,6682

Tablo 4.44: $\theta=0^\circ$ için, H=20cm derinliğinde sıcak su deşarjı jet merkez eksenı boyunca düşey seyrelme değışimi (çarpma noktaları işaretlenmiştir).

y/dF (A)	S (A)	S/F (A)	y/dF (B)	S (B)	S/F (B)	y/dF (C)	S (C)	S/F (C)
0	0,98	0,0357	0	0,97	0,0346	0	0,99	0,0373
0,0073	3,29	0,1195	0,0071	2,1	0,078	0,0075	2,94	0,1103
0,0145	7,04	0,2558	0,0213	6,75	0,2404	0,015	5,68	0,2131
0,0654	8,33	0,3027	0,064	8,06	0,2869	0,075	9,43	0,3539
0,1526	10,64	0,3864	0,1423	10,63	0,3785	0,1725	11,11	0,4168
0,2979	13,51	0,4909	0,2846	11,9	0,4236	0,3301	13,88	0,5209
0,5086	16,13	0,5859	0,4839	15,62	0,5559	0,5626	15,15	0,5683
0,8209	17,24	0,6263	0,7614	17,24	0,6134	0,8927	16,66	0,6251
1,1624	19,23	0,6986	1,1386	19,23	0,6842	1,3128	17,85	0,6698
1,4457	21,74	0,7897	1,4161	21,73	0,7735	1,4928	20,83	0,7814
1,4021	22,73	0,8256	1,352	22,72	0,8086	1,4328	21,73	0,8154
1,3731	25	0,9081	1,3307	23,8	0,8471	1,4103	25	0,9377
1,344	27,78	1,009	1,3022	25	0,8895	1,3878	27,77	1,0419
1,2786	35,71	1,2973	1,2738	31,25	1,1119	1,3503	35,71	1,3396
1,1261	41,67	1,5135	1,0816	41,66	1,4825	1,1553	45,45	1,7049
1,0607	50	1,8163	1,046	45,45	1,6173	1,1102	50	1,8754
0,9299	55,56	2,0181	0,9251	55,55	1,9767	0,9827	55,55	2,0838

Tablo 4.45: $\theta=0^\circ$ için, H=15cm derinliğinde sıcak su deşarjı jet merkez eksenı boyunca düşey seyrelme değışimi (çarpma noktaları işaretlenmiştir).

y/dF (A)	S (A)	S/F (A)	y/dF (B)	S (B)	S/F (B)	y/dF (C)	S (C)	S/F (C)
0,0000	0,98	0,0346	0,0000	0,97	0,0349	0,0000	0,98	0,0368
0,0071	2,25	0,0798	0,0072	2,46	0,0885	0,0075	3,21	0,1200
0,0142	6,41	0,2270	0,0215	4,42	0,1589	0,0150	5,15	0,1929
0,0567	8,47	0,3001	0,0718	7,14	0,2565	0,0749	7,69	0,2879
0,1416	10,87	0,3849	0,1437	10,63	0,3821	0,1647	9,62	0,3599
0,2691	12,20	0,4318	0,2873	12,82	0,4604	0,3294	11,36	0,4254
0,4745	13,51	0,4785	0,4956	13,51	0,4853	0,5615	13,51	0,5058
0,7507	15,63	0,5533	0,7901	15,62	0,5612	0,8984	15,15	0,5671
-	-	-	-	-	-	1,1155	17,86	0,6684
1,0552	18,52	0,6557	1,0703	17,85	0,6413	1,1005	19,23	0,7198
1,0269	19,23	0,6810	1,0415	19,23	0,6907	1,0930	21,74	0,8137
1,0057	21,74	0,7698	1,0056	20,83	0,7482	1,0631	23,81	0,8912
0,9277	29,41	1,0415	0,9338	25,00	0,8979	1,0481	29,41	1,1009
0,9207	33,33	1,1803	0,9266	29,41	1,0563	1,0107	33,33	1,2477
0,8853	45,45	1,6096	0,9050	41,66	1,4964	0,9582	38,46	1,4397
0,8428	50,00	1,7705	0,8691	50,00	1,7957	0,8984	45,45	1,7014

Tablo 4.46: $\theta=0^\circ$ için, H=10cm derinliğinde sıcak su deşarjı jet merkez eksenı boyunca düşey seyrelme değışimi (çarpma noktaları işaretlenmiştir).

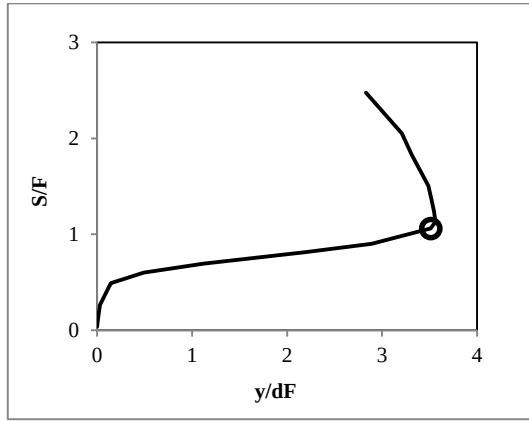
y/dF (A)	S (A)	S/F (A)	y/dF (B)	S (B)	S/F (B)	y/dF (C)	S (C)	S/F (C)
0,0000	0,97	0,0344	0,0000	0,97	0,0349	0,0000	1,00	0,0374
0,0071	2,29	0,0812	0,0072	2,29	0,0824	0,0075	3,42	0,1279
0,0212	5,88	0,2083	0,0215	6,17	0,2217	0,0224	5,15	0,1925
0,0708	7,69	0,2724	0,0646	7,57	0,2721	0,0747	7,81	0,2918
0,1416	9,43	0,3341	0,1508	9,43	0,3388	0,1644	10,20	0,3812
0,2762	11,36	0,4024	0,2873	11,36	0,4081	0,3212	11,36	0,4245
0,4745	12,20	0,4318	0,4956	11,90	0,4276	0,5528	11,90	0,4447
-	-	-	-	-	-	0,7396	12,82	0,4789
0,7011	13,16	0,4659	0,7111	12,19	0,4380	0,7097	13,15	0,4915
0,6799	14,29	0,5059	0,6824	12,50	0,4489	0,6873	13,88	0,5188
0,6445	15,15	0,5365	0,6608	12,82	0,4604	0,6799	15,62	0,5837
0,6374	17,24	0,6105	0,6465	18,51	0,6651	0,6724	18,51	0,6917
0,6232	18,52	0,6557	0,6177	23,80	0,8551	0,6574	22,72	0,8490
0,6020	21,74	0,7698	0,5818	31,25	1,1223	0,6276	29,41	1,0987
0,5312	25,00	0,8853	0,5459	33,33	1,1972	0,6051	31,25	1,1673
0,5099	35,71	1,2647	0,5315	35,71	1,2827	0,5603	33,33	1,2451

Tablo 4.47: $\theta=0^\circ$ için, $H=5\text{cm}$ derinliğinde sıcak su deşarjı jet merkez eksenı boyunca düşey seyrelme değışimi (çarpma noktaları işaretlenmiştir).

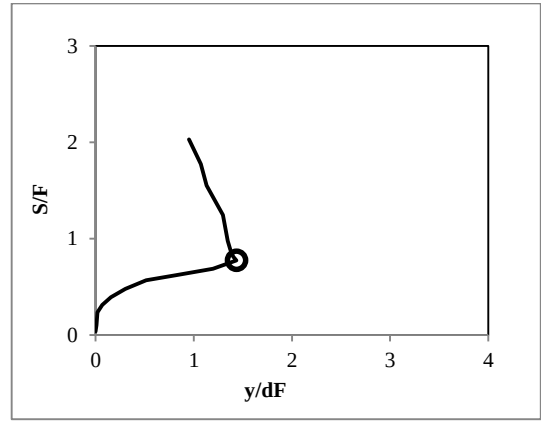
y/dF (A)	S (A)	S/F (A)	y/dF (B)	S (B)	S/F (B)	y/dF (C)	S (C)	S/F (C)
0,0000	0,97	0,0343	0,0000	0,99	0,0356	0,0000	0,99	0,0371
0,0071	3,62	0,1283	0,0072	3,90	0,1406	0,0075	3,33	0,1245
0,0212	5,10	0,1807	0,0216	4,95	0,1782	0,0224	5,31	0,1987
0,0637	6,85	0,2425	0,0720	7,04	0,2535	0,0747	7,24	0,2707
0,1416	8,47	0,3001	0,1440	8,19	0,2951	0,1644	7,81	0,2918
0,2691	8,93	0,3162	0,2880	8,62	0,3103	0,3212	8,33	0,3113
0,3470	9,09	0,3219	0,3528	8,92	0,3214	0,3661	9,09	0,3396
0,3258	9,43	0,3341	0,3240	9,43	0,3396	0,3511	10,00	0,3735
0,3187	10,00	0,3541	0,3240	10,00	0,3600	0,3437	11,36	0,4245
0,3116	11,11	0,3934	0,3096	11,11	0,4000	0,3437	15,62	0,5837
0,3045	13,51	0,4785	0,3024	13,15	0,4736	0,3362	17,24	0,6440
0,2904	15,15	0,5365	0,2880	15,15	0,5454	0,3212	19,23	0,7184
0,2620	23,81	0,8431	0,2664	23,80	0,8571	0,3063	21,73	0,8121
0,2195	26,32	0,9318	0,2160	27,77	0,9999	0,2988	26,31	0,9830
0,2054	31,25	1,1066	0,2016	31,25	1,1249	0,2316	29,41	1,0987

4.1.2.8. $\theta=0^\circ$ için Sıcak Su Deşarjında Jet Merkez eksenı Boyunca Ortalama Düşey Seyrelme Değişimi

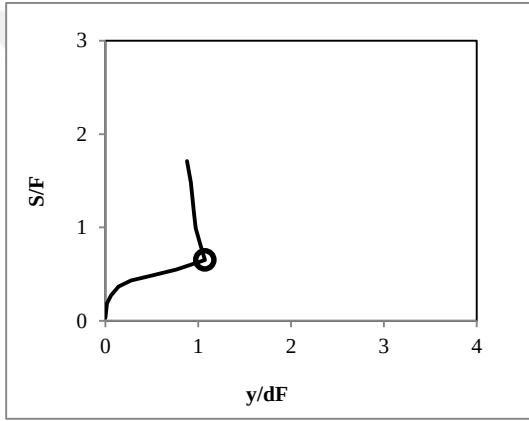
Gerçekleştiren sıcak su deşarjlarının deliğın açısı $\theta=0^\circ$ için y/dF düşey uzaklığına, H değerlerine bağılı olarak jet merkezlerindeki ortalama düşey seyrelme değışimleri Şekil 4.12’de görölmektedir. Düşey seyrelme değışimlerinin veri setleri Tablo 4.48 ila 4.52’de sayısal olarak verilmiştir. Şekil 4.12’den de göröleceğı üzere, derinliğın sığlaşması ile birlikte, çarpma noktası öncesinde derinlik azaldıkça jet merkez eksenindeki düşey seyrelme değerleri de en serbest hale ($H=50\text{cm}$) göre ve daha derindeki deneysel sonuçlara göre daha küçük değerler almaktadırlar. Sığlaşmanın sadece çarpma noktasında değıl çarpma öncesi jet içi seyrelmeyi küçük değerlere doğru kaydırđığı belirlenmiştir.



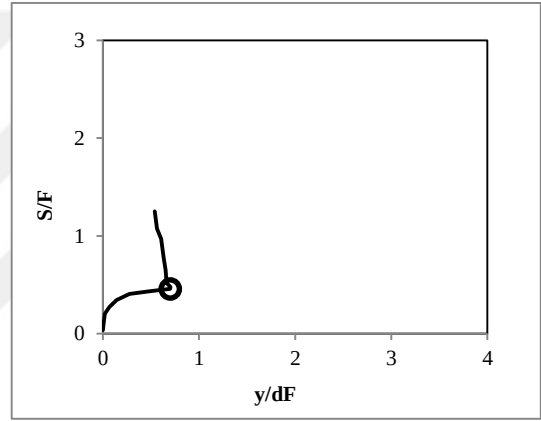
a. H=50cm



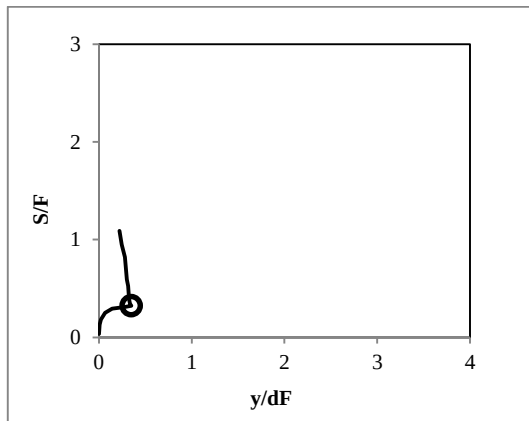
b. H=20cm



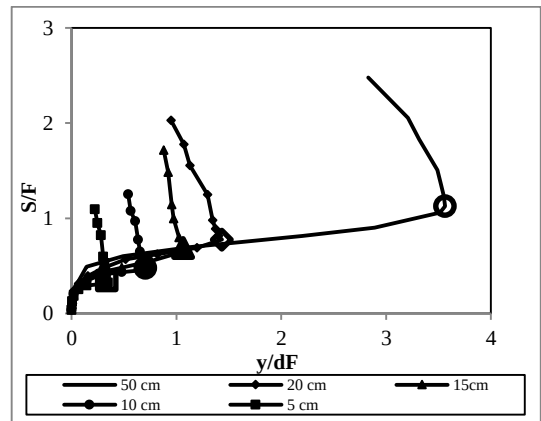
c. H=15cm



d. H=10cm



e. H=5cm



f. H değerlerine göre karşılaştırma

Şekil 4.12: $\theta=0^\circ$ için azalan H değerine bağlı olarak sıcak su deşarjı jet merkez eksenı boyunca ortalama düşey seyrelme değışimleri (çarpma noktaları işaretlenmiştir).

Tablo 4.48: $\theta=0^\circ$ için, $H=50\text{cm}$ derinliğinde sıcak su deşarjı jet merkez eksenı boyunca ortalama ortalama düşey seyrelme değışimleri (çarpma noktaları işaretlenmiştir).

y/dF (A)	y/dF (B)	y/dF (C)	y/dF (Ort)	S/F (A)	S/F (B)	S/F (C)	S/F (Ort)
0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0358	0,0343	0,0376	0,0359
0,0070	0,0070	0,0070	0,0070	0,1643	0,0730	0,1296	0,1223
0,0352	0,0210	0,0272	0,0278	0,2375	0,2734	0,2775	0,2628
0,1406	0,1397	0,1485	0,1429	0,4625	0,5026	0,5057	0,4903
0,4921	0,4867	0,4903	0,4897	0,5493	0,6302	0,6245	0,6013
1,1249	1,1112	1,1313	1,1225	0,6760	0,7070	0,7008	0,6946
2,1443	2,2170	2,2296	2,1970	0,8370	0,7687	0,8390	0,8149
2,8966	2,8746	2,8986	2,8900	0,9251	0,8751	0,9050	0,9017
3,5083	3,5308	3,5018	3,5136	1,0985	1,1049	0,9770	1,0601
3,5013	3,5381	3,6459	3,5617	1,1718	1,1547	1,0545	1,1270
3,4661	3,5105	3,6722	3,5496	1,2555	1,2571	1,1855	1,2327
3,4310	3,4824	3,6555	3,5229	1,4647	1,3520	1,2607	1,3592
3,3958	3,4654	3,6072	3,4895	1,5979	1,4702	1,4516	1,5066
3,2411	3,2481	3,4543	3,3145	1,9530	1,7605	1,7760	1,8298
3,1286	3,1703	3,3268	3,2086	2,1971	1,9606	2,0019	2,0532
2,7560	2,7094	3,0238	2,8297	2,5109	2,4974	2,4236	2,4773

Tablo 4.49: $\theta=0^\circ$ için, $H=20\text{cm}$ derinliğinde sıcak su deşarjı jet merkez eksenı boyunca ortalama düşey seyrelme değışimi (çarpma noktaları işaretlenmiştir).

y/dF (A)	y/dF (B)	y/dF (C)	y/dF (Ort)	S/F (A)	S/F (B)	S/F (C)	S/F (Ort)
0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0357	0,0346	0,0373	0,0359
0,0073	0,0073	0,0073	0,0073	0,1195	0,0814	0,1080	0,1030
0,0145	0,0231	0,0145	0,0174	0,2558	0,2424	0,2066	0,2349
0,0654	0,0690	0,0693	0,0679	0,3027	0,2927	0,3405	0,3120
0,1526	0,1542	0,1602	0,1557	0,3864	0,3823	0,4088	0,3925
0,2979	0,3055	0,3052	0,3029	0,4909	0,4374	0,5045	0,4776
0,5086	0,5188	0,5186	0,5153	0,5859	0,5632	0,5593	0,5695
0,8209	0,8167	0,8198	0,8192	0,6263	0,6238	0,6126	0,6209
1,1624	1,2161	1,2068	1,1951	0,6986	0,7092	0,6585	0,6887
1,4457	1,4036	1,4520	1,4338	0,7897	0,7803	0,7561	0,7754
1,4021	1,3480	1,4572	1,4024	0,8256	0,8159	0,8016	0,8144
1,3731	1,3277	1,4174	1,3727	0,9081	0,8516	0,8991	0,8863
1,3440	1,2986	1,3921	1,3449	1,0090	0,9035	1,0222	0,9782
1,2786	1,2577	1,3550	1,2971	1,2973	1,1429	1,3020	1,2474
1,1261	1,0779	1,1860	1,1300	1,5135	1,4966	1,6473	1,5525
1,0607	1,0308	1,1188	1,0701	1,8163	1,6624	1,8431	1,7739
0,9299	0,9073	1,0109	0,9494	2,0181	2,0294	2,0378	2,0284

Tablo 4.50: $\theta=0^\circ$ için, H=15cm derinliğinde sıcak su deşarjı jet merkez eksenı boyunca ortalama düşey seyrelme değışimi (çarpma noktaları işaretlenmiştir).

y/dF (A)	y/dF (B)	y/dF (C)	y/dF (Ort)	S/F (A)	S/F (B)	S/F (C)	S/F (Ort)
0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0346	0,0349	0,0368	0,0355
0,0071	0,0071	0,0071	0,0071	0,0798	0,0877	0,1155	0,0943
0,0142	0,0211	0,0142	0,0165	0,2270	0,1569	0,1851	0,1897
0,0567	0,0697	0,0652	0,0638	0,3001	0,2524	0,2725	0,2750
0,1416	0,1396	0,1453	0,1422	0,3849	0,3750	0,3444	0,3681
0,2691	0,2772	0,2849	0,2771	0,4318	0,4549	0,4077	0,4315
0,4745	0,4781	0,4863	0,4796	0,4785	0,4832	0,4798	0,4805
0,7507	0,7612	0,7710	0,7610	0,5533	0,5537	0,5440	0,5503
1,0552	1,0588	1,1040	1,0727	0,6557	0,6380	0,6631	0,6523
1,0269	1,0530	1,1092	1,0630	0,6810	0,6709	0,7091	0,6870
1,0057	1,0071	1,0679	1,0269	0,7698	0,7458	0,8787	0,7981
0,9277	0,9378	1,0513	0,9723	1,0415	0,8895	1,0556	0,9955
0,9207	0,9271	1,0208	0,9562	1,1803	1,0452	1,2081	1,1445
0,8853	0,9069	0,9752	0,9224	1,6096	1,4594	1,3775	1,4821
0,8428	0,8727	0,9210	0,8788	1,7705	1,7663	1,6025	1,7131

Tablo 4.51: $\theta=0^\circ$ için, H=10cm derinliğinde sıcak su deşarjı jet merkez eksenı boyunca ortalama düşey seyrelme değışimi (çarpma noktaları işaretlenmiştir).

y/dF (A)	y/dF (B)	y/dF (C)	y/dF (Ort)	S/F (A)	S/F (B)	S/F (C)	S/F (Ort)
0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0344	0,0349	0,0374	0,0356
0,0071	0,0071	0,0071	0,0071	0,0812	0,0817	0,1232	0,0954
0,0212	0,0211	0,0209	0,0211	0,2083	0,2178	0,1858	0,2040
0,0708	0,0628	0,0665	0,0667	0,2724	0,2700	0,2763	0,2729
0,1416	0,1460	0,1457	0,1444	0,3341	0,3351	0,3626	0,3439
0,2762	0,2777	0,2804	0,2781	0,4024	0,4033	0,4132	0,4063
0,4745	0,4781	0,4805	0,4777	0,4318	0,4259	0,4384	0,4320
0,7011	0,6960	0,7035	0,7002	0,4659	0,4373	0,4723	0,4585
0,6799	0,6965	0,7350	0,7038	0,5059	0,4436	0,4825	0,4773
0,6445	0,6632	0,6830	0,6636	0,5365	0,4591	0,5567	0,5174
0,6374	0,6471	0,6735	0,6527	0,6105	0,6565	0,6749	0,6473
0,6232	0,6193	0,6605	0,6344	0,6557	0,8444	0,8162	0,7721
0,6020	0,5843	0,6353	0,6072	0,7698	1,1036	1,0337	0,9690
0,5312	0,5489	0,6121	0,5641	0,8853	1,1908	1,1459	1,0740
0,5099	0,5329	0,5766	0,5398	1,2647	1,2743	1,2168	1,2519

Tablo 4.52: $\theta=0^\circ$ için, $H=5\text{cm}$ derinliğinde sıcak su deşarjı jet merkez eksenı boyunca ortalama düşey seyrelme değışimi (çarpma noktaları işaretlenmiştir).

y/dF (A)	y/dF (B)	y/dF (C)	y/dF (Ort)	S/F (A)	S/F (B)	S/F (C)	S/F (Ort)
0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0343	0,0356	0,0371	0,0357
0,0071	0,0071	0,0071	0,0071	0,1283	0,1388	0,1200	0,1290
0,0212	0,0211	0,0209	0,0211	0,1807	0,1767	0,1910	0,1828
0,0637	0,0697	0,0665	0,0667	0,2425	0,2498	0,2594	0,2506
0,1416	0,1396	0,1457	0,1423	0,3001	0,2921	0,2874	0,2932
0,2691	0,2772	0,2804	0,2756	0,3162	0,3085	0,3062	0,3103
0,3470	0,3518	0,3470	0,3486	0,3219	0,3208	0,3275	0,3234
0,3258	0,3269	0,3573	0,3366	0,3341	0,3365	0,3596	0,3434
0,3187	0,3232	0,3464	0,3294	0,3541	0,3571	0,4059	0,3724
0,3116	0,3105	0,3437	0,3219	0,3934	0,3946	0,5174	0,4351
0,3045	0,3020	0,3374	0,3146	0,4785	0,4695	0,6346	0,5275
0,2904	0,2881	0,3244	0,3009	0,5365	0,5401	0,7029	0,5932
0,2620	0,2673	0,3102	0,2798	0,8431	0,8333	0,7877	0,8213
0,2195	0,2197	0,3012	0,2468	0,9318	0,9856	0,9296	0,9490
0,2054	0,2025	0,2561	0,2213	1,1066	1,1101	1,0565	1,0911

4.2. $\theta=15^\circ$ İLE SICAK SU DEŞARJI

Deşarj deliğinin yukarı yönlendirilmiş yaptığı aç, $\theta=15^\circ$ 'de başlangıç sıcaklık farkı $\Delta T_0=5^\circ\text{C}$ ile gerçekleştiren deneylerin özeti Tablo 4.53'te verilmiştir. $\theta=15^\circ$ için mevcut deney şartlarında laminar akım rejimini oluşmuştur.

Tablo 4.53: $\theta=15^\circ$ ile gerçekleştiren sıcak su deşarjı deneyleri özeti.

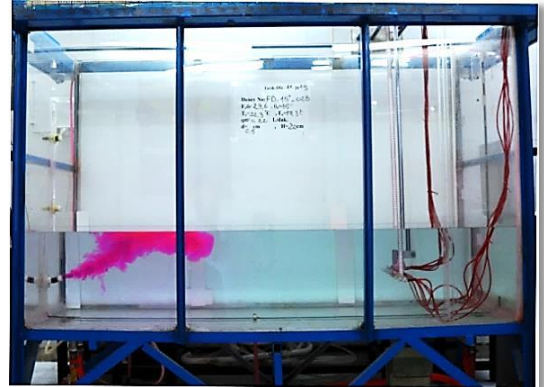
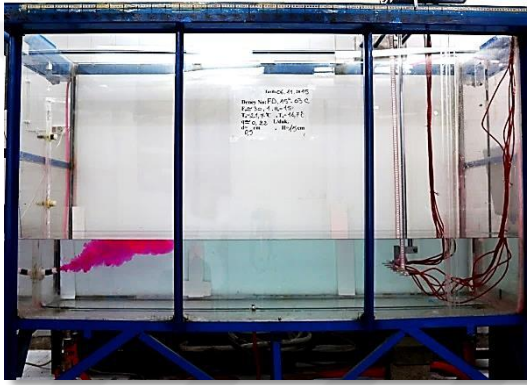
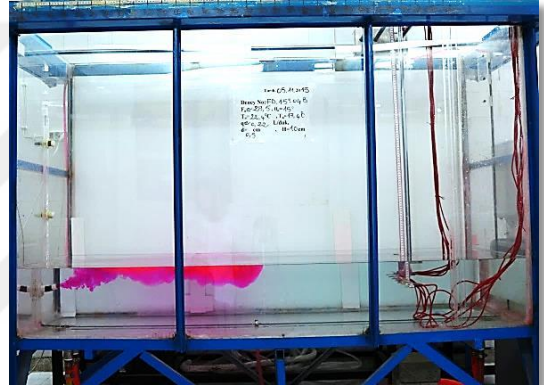
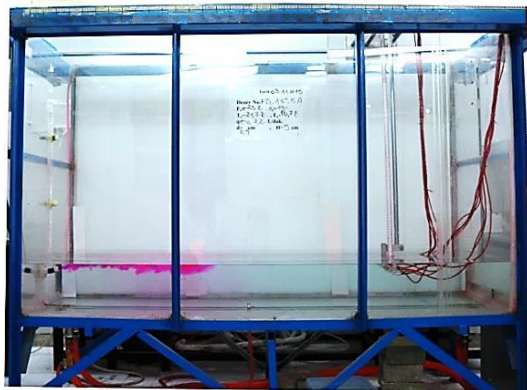
Deney No	T_0 [°C]	T_a [°C]	d [cm]	H [cm]	F	ρ_a [kg/m ³]	ρ_0 [kg/m ³]	q [mL/dak]	u_0 [m/s]	Re	Akım Rejimi
FD-15-01-A	20,5	15,5	0,5	50	31,28	999,342	998,478	240	0,2037	1269	L
FD-15-01-B	22,5	17,5	0,5	50	29,49	999,004	998,032	240	0,2037	1269	L
FD-15-01-C	21,5	16,5	0,5	50	30,34	999,179	998,260	240	0,2037	1269	L
FD-15-02-A	21,3	16,3	0,5	20	30,52	999,212	998,304	240	0,2037	1269	L
FD-15-02-B	22,3	17,3	0,5	20	29,65	999,040	998,079	240	0,2037	1269	L
FD-15-02-C	21,7	16,7	0,5	20	30,16	999,145	998,215	240	0,2037	1269	L
FD-15-03-A	21,1	16,1	0,5	15	30,70	999,245	998,348	240	0,2037	1269	L
FD-15-03-B	22,3	17,3	0,5	15	29,65	999,040	998,079	240	0,2037	1269	L
FD-15-03-C	21,7	16,7	0,5	15	30,16	999,145	998,215	240	0,2037	1269	L
FD-15-04-A	20,9	15,9	0,5	10	30,89	999,278	998,392	240	0,2037	1269	L
FD-15-04-B	22,4	17,4	0,5	10	29,57	999,022	998,056	240	0,2037	1269	L
FD-15-04-C	21,5	16,5	0,5	10	30,34	999,179	998,260	240	0,2037	1269	L
FD-15-05-A	21,7	16,7	0,5	5	30,16	999,145	998,215	240	0,2037	1269	L
FD-15-05-B	21,6	16,6	0,5	5	30,25	999,162	998,238	240	0,2037	1269	L
FD-15-05-C	21,6	16,6	0,5	5	30,25	999,162	998,238	240	0,2037	1269	L

*L: Laminer, T: Türbülanslı.

4.2.1. Jet dış geometrisi

$\theta=15^\circ$ için gerçekleştirilen sıcak su deşarjı deneyleri sırasında Şekil 4.13’de görüldüğü gibi, pozitif yüzen jetler oluştu. Her bir deneyde, çarpma noktasından sonra yoğunluk tabakası oluştu. Tüm deneylerde, jetin alt yüzeyi serbest kaldı, jet ile taban arasında Coanda etkisi oluşmadığından, jetin tabanla birleşmesi gerçekleşmedi. H/dF değeri küçüldükçe, jetin su yüzeyine çarpması daha erken gerçekleşti. Tablo 4.54 ve Şekil 4.14’de görüldüğü üzere, H/dF değeri küçüldükçe x_i/dF değerleri de küçüldü.

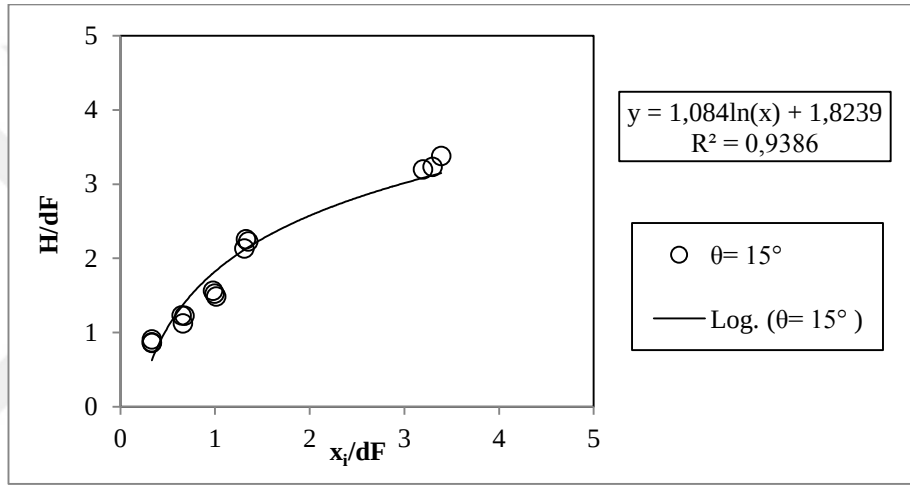


a. $H=50\text{cm}$ b. $H=20\text{cm}$ c. $H=15\text{cm}$ d. $H=10\text{cm}$ e. $H=5\text{cm}$

Şekil 4.13: $\theta=15^\circ$ için azalan H değerlerine göre sıcak su deşarjı jetlerinin boyuna dağılımları.

Tablo 4.54: $\theta=15^\circ$ için jetin su yüzeyine çarpma noktasının yatay uzaklık değerlerinin (x_i/dF), derinlik (H/dF) değerlerine bağlı değişimleri.

Deney No	H/dF	x_i/dF	Deney No	H/dF	x_i/dF
FD-15-01-A	0,3306	0,8596	FD-15-03-C	1,0117	1,4838
FD-15-01-B	0,3306	0,9059	FD-15-04-A	1,3108	2,1301
FD-15-01-C	0,3316	0,8687	FD-15-04-B	1,3263	2,2546
FD-15-02-A	0,6475	1,2303	FD-15-04-C	1,3489	2,2256
FD-15-02-B	0,6593	1,1208	FD-15-05-A	3,1973	3,1973
FD-15-02-C	0,6763	1,2241	FD-15-05-B	3,2964	3,2305
FD-15-03-A	0,9772	1,5636	FD-15-05-C	3,3907	3,3771
FD-15-03-B	0,9947	1,5252	-	-	-

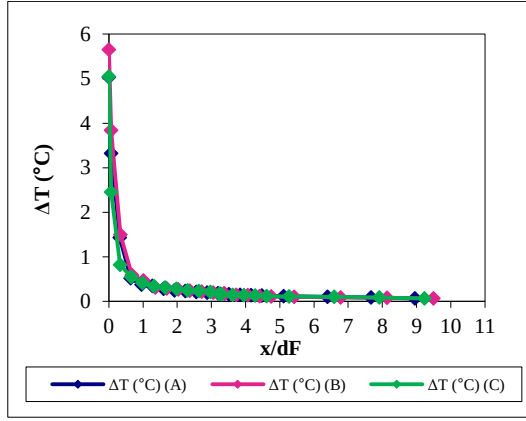


Şekil 4.14: $\theta=15^\circ$ için jetin su yüzeyine çarpma noktasının yatay uzaklık değerlerinin (x_i/dF), derinlik (H/dF) değerlerine bağlı değişimi.

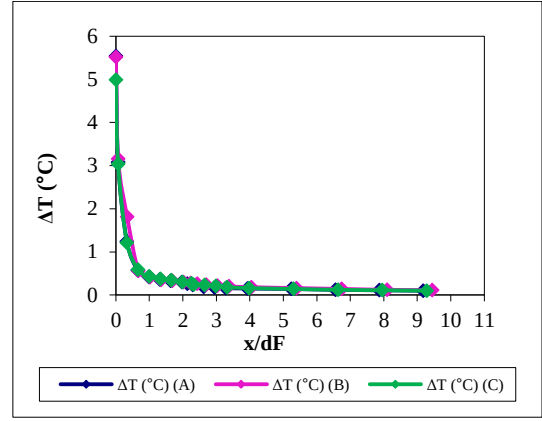
4.2.2. Jet iç geometrisi ve Boyuna Sıcaklık Dağılımları

4.2.2.1. $\theta=15^\circ$ için Sıcak Su Deşarjında Jet Merkez Eksenlerinin Konumları ve Boyuna Sıcaklık Dağılımları

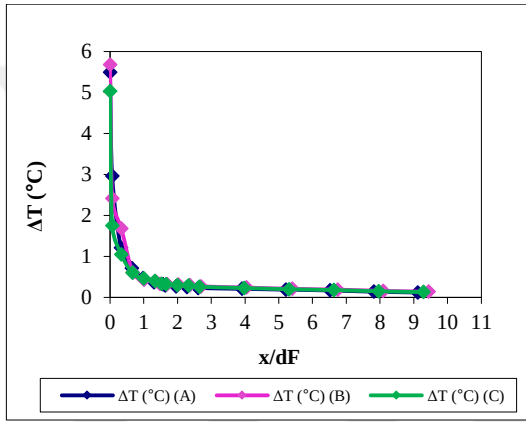
Gerçekleştirilen sıcak su deşarj deneyleri sırasında jet merkez eksenine içerisine sıcaklık sensörleri konumlandırılması ile elde edilmiş olan jetlerinin merkez eksenine boyuna sıcaklık dağılımları Şekil 4.15'te verilmiştir. Şekil 4.15'ten de görüleceği üzere, tüm deneylerde sıcaklık farklarının x/dF eksenindeki değişimleri hızlı bir azalma şeklinde gerçekleşmiştir. Elde edilmiş jetlerinin merkez eksenine boyuna sıcaklık dağılımları aynı zamanda Tablo 4.55 ila Tablo 4.59' da sayısal olarak verilmiştir.



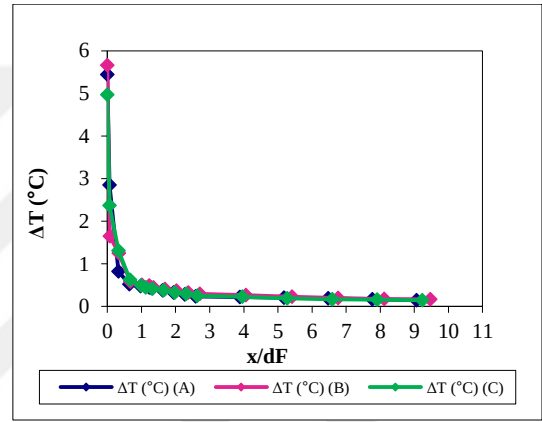
a. H=50cm



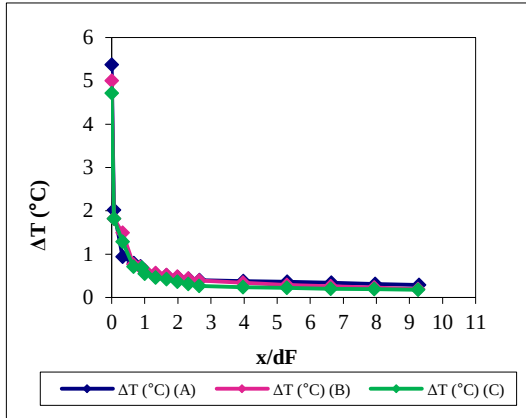
b. H=20cm



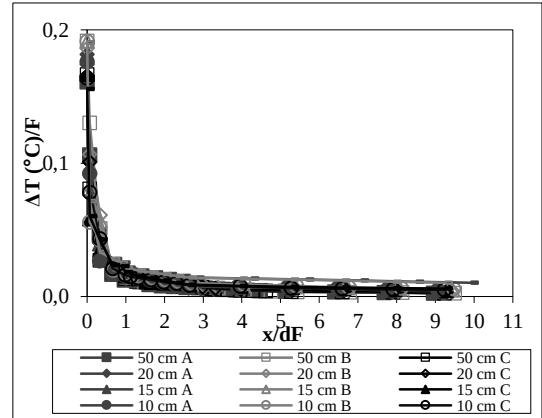
c. H=15cm



d. H=10cm



e. H=5cm



f. H değerlerine göre karşılaştırma

Şekil 4.15: $\theta=15^\circ$ için azalan H değerlerine göre sıcak su deşarjı jetlerinin merkez eksenleri boyunca yerel sıcaklık farkı dağılımları.

Tablo 4.55: $\theta=15^\circ$ için, H=50cm derinliğinde sıcak su deşarjı jet merkez eksenleri boyuna yerel sıcaklık farkı dağılımları (çarpma noktaları işaretlenmiştir).

x [cm] (A)	x [cm] (B)	x [cm] (C)	x/dF (A)	x/dF (B)	x/dF (C)	ΔT [°C] (A)	ΔT [°C] (B)	ΔT [°C] (C)	$\Delta T/F$ [°C] (A)	$\Delta T/F$ [°C] (B)	$\Delta T/F$ [°C] (C)
0	0	0	0,0000	0,0000	0,0000	5,03	5,65	5,05	0,1608	0,1916	0,1665
1	1	1	0,0639	0,0678	0,0659	3,32	3,84	2,45	0,1062	0,1302	0,0808
5	5	5	0,3197	0,3391	0,3296	1,43	1,5	0,82	0,0457	0,0509	0,0270
10	10	10	0,6395	0,6781	0,6593	0,52	0,59	0,55	0,0166	0,0200	0,0181
15	15	15	0,9592	1,0172	0,9889	0,38	0,47	0,41	0,0121	0,0159	0,0135
20	20	20	1,2789	1,3563	1,3186	0,35	0,31	0,34	0,0112	0,0105	0,0112
25	25	25	1,5987	1,6953	1,6482	0,28	0,29	0,31	0,0090	0,0098	0,0102
30	30	30	1,9184	2,0344	1,9779	0,25	0,27	0,28	0,0080	0,0092	0,0092
35	35	35	2,2381	2,3735	2,3075	0,23	0,24	0,25	0,0074	0,0081	0,0082
40	40	40	2,5579	2,7125	2,6371	0,21	0,22	0,23	0,0067	0,0075	0,0076
45	45	45	2,8776	3,0516	2,9668	0,2	0,2	0,21	0,0064	0,0068	0,0069
-	49,8	49	-	3,3771	3,2305	-	0,18	0,17	-	0,0061	0,0056
50	50	50	3,1973	3,3907	3,2964	0,18	0,17	0,16	0,0058	0,0058	0,0053
51	-	-	3,2613	-	-	0,17	-	-	0,0054	-	-
55	55	55	3,5171	3,7297	3,6261	0,16	0,15	0,15	0,0051	0,0051	0,0049
60	60	60	3,8368	4,0688	3,9557	0,15	0,14	0,14	0,0048	0,0047	0,0046
65	65	65	4,1565	4,4079	4,2854	0,14	0,12	0,13	0,0045	0,0041	0,0043
70	70	70	4,4763	4,7469	4,6150	0,13	0,11	0,12	0,0042	0,0037	0,0040
80	80	80	5,1157	5,4251	5,2743	0,12	0,1	0,11	0,0038	0,0034	0,0036
100	100	100	6,3947	6,7813	6,5929	0,1	0,09	0,1	0,0032	0,0031	0,0033
120	120	120	7,6736	8,1376	7,9114	0,09	0,08	0,09	0,0029	0,0027	0,0030
140	140	140	8,9525	9,4938	9,2300	0,07	0,07	0,07	0,0022	0,0024	0,0023

Tablo 4.56: $\theta=15^\circ$ için, H=20cm derinliğinde sıcak su deşarjı jet merkez eksenleri boyuna yerel sıcaklık farkı dağılımları (çarpma noktaları işaretlenmiştir).

x [cm] (A)	x [cm] (B)	x [cm] (C)	x/dF (A)	x/dF (B)	x/dF (C)	ΔT [°C] (A)	ΔT [°C] (B)	ΔT [°C] (C)	$\Delta T/F$ [°C] (A)	$\Delta T/F$ [°C] (B)	$\Delta T/F$ [°C] (C)
0	0	0	0,0000	0,0000	0,0000	5,54	5,52	4,99	0,1815	0,1861	0,1655
1	1	1	0,0655	0,0674	0,0663	3,08	3,16	3,04	0,1009	0,1066	0,1008
5	5	5	0,3277	0,3372	0,3316	1,24	1,81	1,21	0,0406	0,0610	0,0401
10	10	10	0,6554	0,6744	0,6631	0,57	0,56	0,59	0,0187	0,0189	0,0196
15	15	15	0,9831	1,0117	0,9947	0,42	0,41	0,43	0,0138	0,0138	0,0143
20	20	20	1,3108	1,3489	1,3263	0,36	0,35	0,37	0,0118	0,0118	0,0123
25	25	25	1,6385	1,6861	1,6578	0,33	0,33	0,34	0,0108	0,0111	0,0113
30	30	30	1,9662	2,0233	1,9894	0,3	0,3	0,3	0,0098	0,0101	0,0099
32,5	33	34	2,1301	2,2256	2,2546	0,26	0,28	0,27	0,0085	0,0094	0,0090
35	35	35	2,2939	2,4280	2,3210	0,23	0,26	0,24	0,0075	0,0088	0,0080
40	40	40	2,6216	2,6977	2,6525	0,19	0,24	0,23	0,0062	0,0081	0,0076
45	45	45	2,9493	3,0350	2,9841	0,17	0,22	0,21	0,0056	0,0074	0,0070
50	50	50	3,2770	3,3722	3,3157	0,16	0,2	0,18	0,0052	0,0067	0,0060
60	60	60	3,9324	4,0466	3,9788	0,15	0,18	0,16	0,0049	0,0061	0,0053
80	80	80	5,2432	5,3955	5,3050	0,14	0,16	0,14	0,0046	0,0054	0,0046
100	100	100	6,5540	6,7444	6,6313	0,12	0,14	0,12	0,0039	0,0047	0,0040
120	120	120	7,8648	8,0932	7,9576	0,11	0,12	0,11	0,0036	0,0040	0,0036
140	140	140	9,1757	9,4421	9,2838	0,1	0,11	0,1	0,0033	0,0037	0,0033

Tablo 4.57: $\theta=15^\circ$ için, H=15cm derinliğinde sıcak su deşarjı jet merkez eksenleri boyuna yerel sıcaklık farkı dağılımları (çarpma noktaları işaretlenmiştir).

x [cm] (A)	x [cm] (B)	x [cm] (C)	x/dF (A)	x/dF (B)	x/dF (C)	ΔT [°C] (A)	ΔT [°C] (B)	ΔT [°C] (C)	$\Delta T/F$ [°C] (A)	$\Delta T/F$ [°C] (B)	$\Delta T/F$ [°C] (C)
0	0	0	0,0000	0,0000	0,0000	5,49	5,68	5,03	0,1788	0,1915	0,1668
1	1	1	0,0651	0,0674	0,0663	2,96	2,41	1,75	0,0964	0,0813	0,0580
5	5	5	0,3257	0,3372	0,3316	1,21	1,68	1,05	0,0394	0,0567	0,0348
10	10	10	0,6515	0,6744	0,6631	0,71	0,6	0,6	0,0231	0,0202	0,0199
15	15	15	0,9772	1,0117	0,9947	0,47	0,43	0,46	0,0153	0,0145	0,0153
20	20	20	1,3030	1,3489	1,3263	0,37	0,39	0,4	0,0121	0,0132	0,0133
24	22	23	1,5636	1,4838	1,5252	0,32	0,33	0,33	0,0104	0,0111	0,0109
25	25	25	1,6287	1,6861	1,6578	0,29	0,32	0,32	0,0094	0,0108	0,0106
30	30	30	1,9544	2,0233	1,9894	0,27	0,31	0,3	0,0088	0,0105	0,0099
35	35	35	2,2802	2,3605	2,3210	0,25	0,3	0,29	0,0081	0,0101	0,0096
40	40	40	2,6059	2,6977	2,6525	0,23	0,27	0,26	0,0075	0,0091	0,0086
60	60	60	3,9089	4,0466	3,9788	0,21	0,24	0,23	0,0068	0,0081	0,0076
80	80	80	5,2119	5,3955	5,3050	0,19	0,21	0,2	0,0062	0,0071	0,0066
100	100	100	6,5148	6,7444	6,6313	0,17	0,19	0,18	0,0055	0,0064	0,0060
120	120	120	7,8178	8,0932	7,9576	0,14	0,16	0,15	0,0046	0,0054	0,0050
140	140	140	9,1207	9,4421	9,2838	0,12	0,14	0,13	0,0039	0,0047	0,0043

Tablo 4.58: $\theta=15^\circ$ için, H=10cm derinliğinde sıcak su deşarjı jet merkez eksenleri boyuna yerel sıcaklık farkı dağılımları (çarpma noktaları işaretlenmiştir).

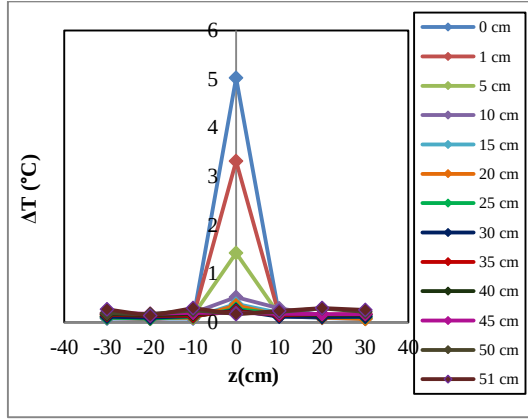
x [cm] (A)	x [cm] (B)	x [cm] (C)	x/dF (A)	x/dF (B)	x/dF (C)	ΔT [°C] (A)	ΔT [°C] (B)	ΔT [°C] (C)	$\Delta T/F$ [°C] (A)	$\Delta T/F$ [°C] (B)	$\Delta T/F$ [°C] (C)
0	0	0	0,0000	0,0000	0,0000	5,44	5,66	4,97	0,1761	0,1914	0,1638
1	1	1	0,0648	0,0676	0,0659	2,85	1,65	2,37	0,0923	0,0558	0,0781
5	5	5	0,3238	0,3381	0,3296	0,82	1,25	1,31	0,0265	0,0423	0,0432
10	10	10	0,6475	0,6763	0,6593	0,52	0,58	0,63	0,0168	0,0196	0,0208
15	15	15	0,9713	1,0144	0,9889	0,48	0,51	0,49	0,0155	0,0172	0,0162
19	18,1	17	1,2303	1,2241	1,1208	0,45	0,49	0,45	0,0146	0,0166	0,0148
20	20	20	1,2950	1,3526	1,3186	0,43	0,45	0,42	0,0139	0,0152	0,0138
25	25	25	1,6188	1,6907	1,6482	0,38	0,41	0,38	0,0123	0,0139	0,0125
30	30	30	1,9426	2,0289	1,9779	0,33	0,37	0,33	0,0107	0,0125	0,0109
35	35	35	2,2663	2,3670	2,3075	0,28	0,33	0,3	0,0091	0,0112	0,0099
40	40	40	2,5901	2,7052	2,6371	0,24	0,3	0,25	0,0078	0,0101	0,0082
60	60	60	3,8851	4,0577	3,9557	0,22	0,27	0,23	0,0071	0,0091	0,0076
80	80	80	5,1801	5,4103	5,2743	0,21	0,23	0,19	0,0068	0,0078	0,0063
100	100	100	6,4752	6,7629	6,5929	0,19	0,2	0,17	0,0062	0,0068	0,0056
120	120	120	7,7702	8,1155	7,9114	0,17	0,18	0,16	0,0055	0,0061	0,0053
140	140	140	9,0653	9,4680	9,2300	0,15	0,17	0,15	0,0049	0,0057	0,0049

Tablo 4.59: $\theta=15^\circ$ için, $H=5\text{cm}$ derinliğinde sıcak su deşarjı jet merkez eksenleri boyuna yerel sıcaklık farkı dağılımları (çarpma noktaları işaretlenmiştir).

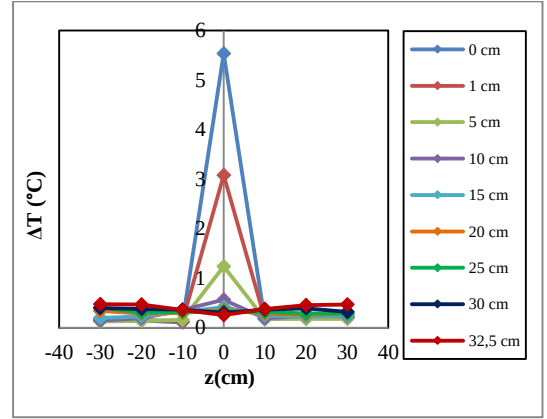
x [cm] (A)	x [cm] (B)	x [cm] (C)	x/dF (A)	x/dF (B)	x/dF (C)	ΔT [°C] (A)	ΔT [°C] (B)	ΔT [°C] (C)	$\Delta T/F$ [°C] (A)	$\Delta T/F$ [°C] (B)	$\Delta T/F$ [°C] (C)
0	0	0	0,0000	0,0000	0,0000	5,37	5	4,71	0,1781	0,1653	0,1557
1	1	1	0,0663	0,0661	0,0661	2,02	1,82	1,82	0,0670	0,0602	0,0602
5	5	5	0,3316	0,3306	0,3306	0,94	1,49	1,29	0,0312	0,0493	0,0426
10	10	10	0,6631	0,6612	0,6612	0,79	0,76	0,71	0,0262	0,0251	0,0235
13,1	13	13,7	0,8687	0,8596	0,9059	0,72	0,7	0,69	0,0239	0,0231	0,0228
15	15	15	0,9947	0,9918	0,9918	0,61	0,63	0,55	0,0202	0,0208	0,0182
20	20	20	1,3263	1,3224	1,3224	0,55	0,56	0,46	0,0182	0,0185	0,0152
25	25	25	1,6578	1,6530	1,6530	0,51	0,52	0,42	0,0169	0,0172	0,0139
30	30	30	1,9894	1,9836	1,9836	0,47	0,48	0,36	0,0156	0,0159	0,0119
35	35	35	2,3210	2,3142	2,3142	0,43	0,44	0,31	0,0143	0,0145	0,0102
40	40	40	2,6525	2,6449	2,6449	0,4	0,39	0,27	0,0133	0,0129	0,0089
60	60	60	3,9788	3,9673	3,9673	0,38	0,34	0,24	0,0126	0,0112	0,0079
80	80	80	5,3050	5,2897	5,2897	0,36	0,29	0,22	0,0119	0,0096	0,0073
100	100	100	6,6313	6,6121	6,6121	0,34	0,26	0,2	0,0113	0,0086	0,0066
120	120	120	7,9576	7,9346	7,9346	0,31	0,23	0,19	0,0103	0,0076	0,0063
140	140	140	9,2838	9,2570	9,2570	0,29	0,19	0,18	0,0096	0,0063	0,0060

4.2.2.2. $\theta=15^\circ$ için Sıcak Su Deşarjında Enkesit İçi Sıcaklık Dağılımları

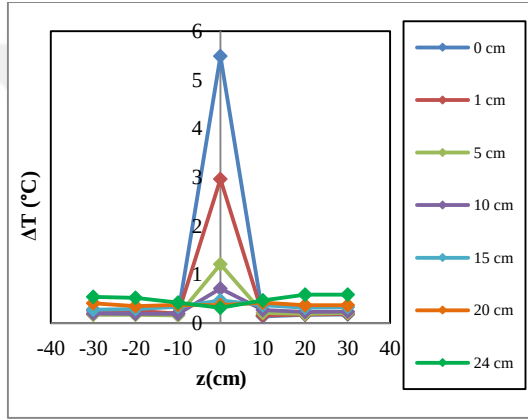
Gerçekleştirilen sıcak su deşarj deneyleri sırasında jet merkez eksenine içerisine sıcaklık sensörleri konumlandırılması ile elde edilmiş olan jetlerinin merkez eksenine enkesit içi sıcaklık dağılımları Şekil 4.16 ila 4.18’de, sayısal değerleri ise Tablo 4.60 ila Tablo 4.74’te verilmiştir.



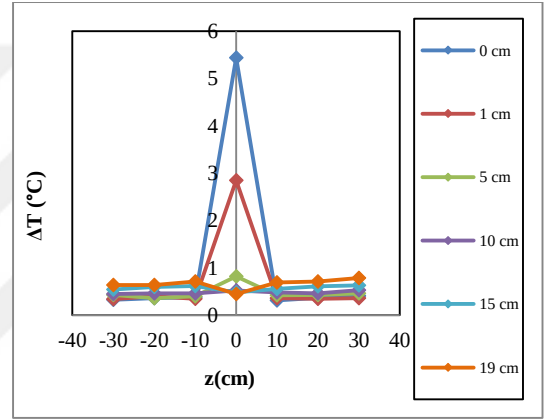
a. H=50cm



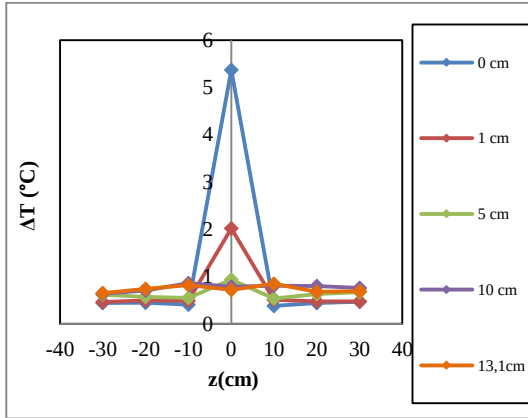
b. H=20cm



c. H=15cm

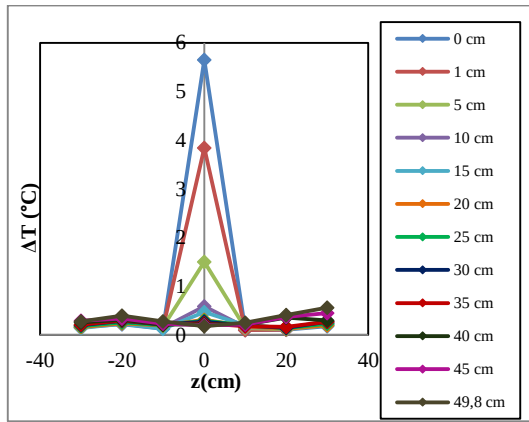


d. H=10cm

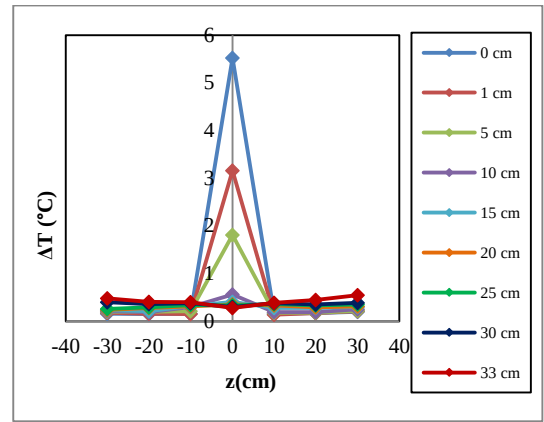


e. H=5cm

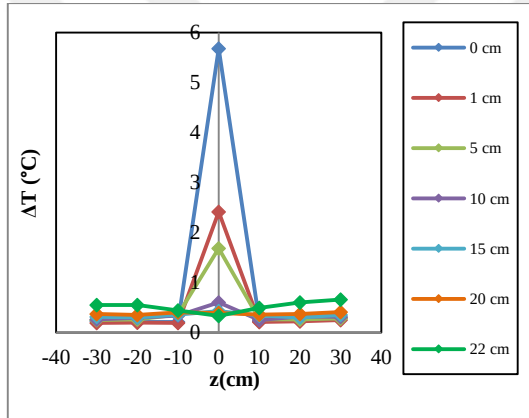
Şekil 4.16: $\theta=15^\circ$ için azalan H değerlerine göre sıcak su deşarjı jetlerinin merkez eksenlerinde enkesit içi sıcaklık dağılımları (Deney seri: A).



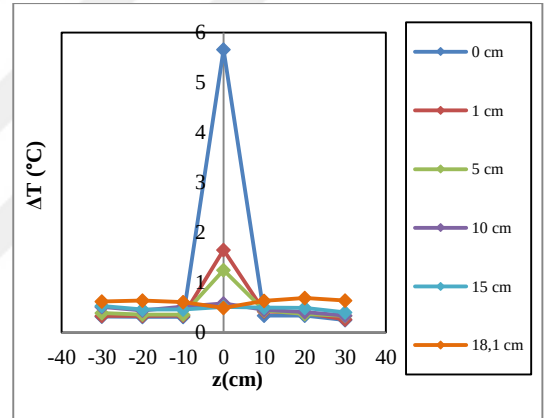
a. H=50cm



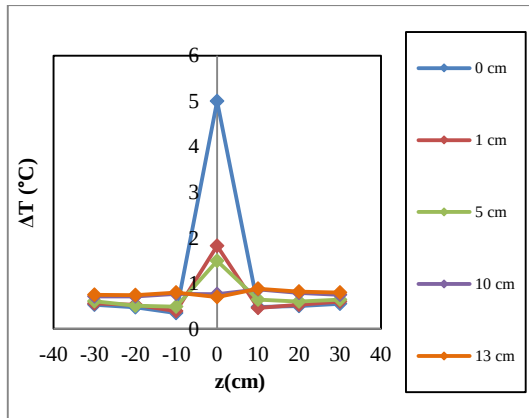
b. H=20cm



c. H=15cm

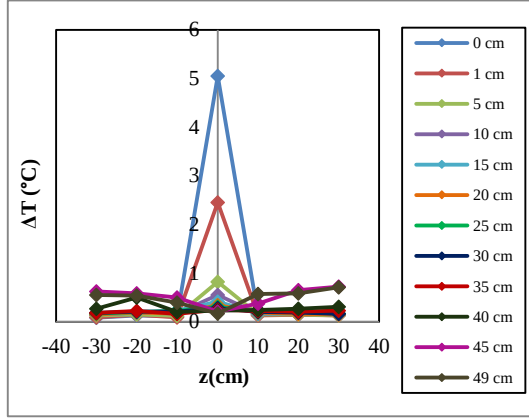


d. H=10cm

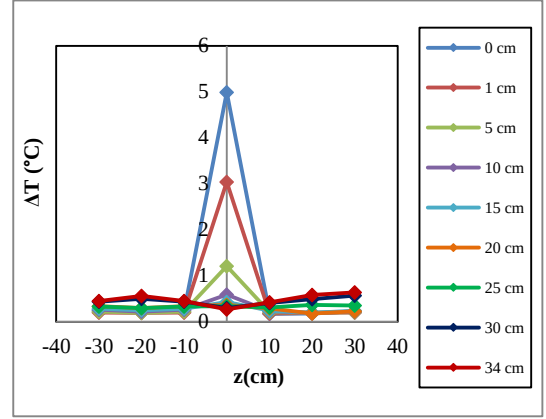


e. H=5cm

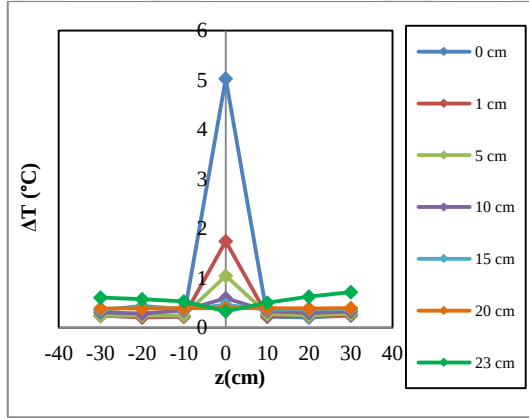
Şekil 4.17: $\theta=15^\circ$ için azalan H değerlerine göre sıcak su deşarjı jetlerinin merkez eksenlerinde enkesit içi sıcaklık dağılımları (Deney seri: B).



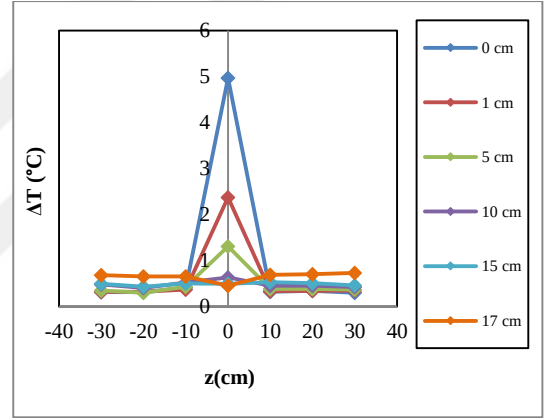
a. H=50cm



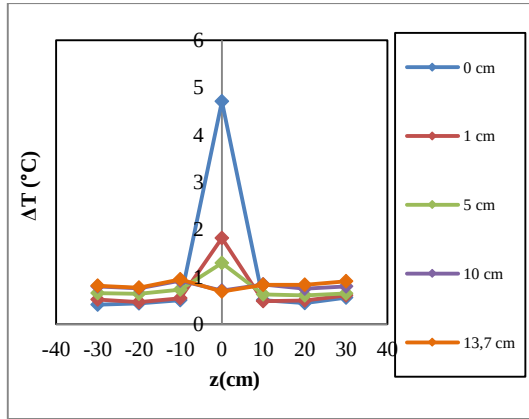
b. H=20cm



c. H=15cm



d. H=10cm



e. H=5cm

Şekil 4.18: $\theta=15^\circ$ için azalan H değerlerine göre sıcak su deşarjı jetlerinin merkez eksenlerinde enkesit içi sıcaklık dağılımları (Deney seri: C).

Tablo 4.60: $\theta=15^\circ$ için, H=50cm derinliğinde sıcak su deşarjı jet merkez eksenlerinde enkesit içi sıcaklık dağılımları (Deney seri: A) (çarpma noktası işaretlenmiştir).

x (cm)	y (cm)	ΔT (°C)						
		z (cm)						
		-30	-20	-10	0	10	20	30
0	0	0,08	0,08	0,08	5,03	0,13	0,09	0,07
1	0	0,09	0,07	0,11	3,32	0,14	0,11	0,09
5	1	0,13	0,10	0,15	1,43	0,15	0,12	0,08
10	2	0,17	0,12	0,20	0,52	0,29	0,15	0,15
15	4	0,12	0,09	0,10	0,38	0,20	0,12	0,14
20	8	0,13	0,09	0,10	0,35	0,15	0,10	0,07
25	12	0,10	0,08	0,12	0,28	0,18	0,12	0,11
30	17	0,12	0,10	0,13	0,25	0,12	0,11	0,12
35	24	0,16	0,14	0,14	0,23	0,15	0,16	0,17
40	34	0,17	0,15	0,17	0,21	0,17	0,15	0,16
45	41	0,20	0,18	0,20	0,20	0,18	0,17	0,17
50	48	0,19	0,17	0,25	0,18	0,22	0,29	0,22
51	49,9	0,27	0,14	0,30	0,17	0,24	0,30	0,26
55	49,5	0,41	0,30	0,25	0,16	0,17	0,25	0,40
60	49,4	0,37	0,24	0,21	0,15	0,20	0,26	0,41
65	49,2	0,33	0,35	0,23	0,14	0,22	0,26	0,37
70	49,2	0,22	0,17	0,17	0,13	0,17	0,18	0,26
80	49	0,17	0,16	0,16	0,12	0,16	0,20	0,22
100	48	0,18	0,15	0,15	0,10	0,13	0,18	0,16
120	46	0,17	0,14	0,11	0,09	0,11	0,14	0,15
140	42	0,17	0,12	0,06	0,07	0,08	0,10	0,12

Tablo 4.61: $\theta=15^\circ$ için, H=50cm derinliğinde sıcak su deşarjı jet merkez eksenlerinde enkesit içi sıcaklık dağılımları (Deney seri: B) (çarpma noktası işaretlenmiştir).

x (cm)	y (cm)	ΔT (°C)						
		z (cm)						
		-30	-20	-10	0	10	20	30
0	0	0,16	0,22	0,13	5,65	0,1	0,11	0,18
1	0	0,19	0,26	0,15	3,84	0,1	0,11	0,26
5	1	0,17	0,25	0,17	1,5	0,14	0,12	0,2
10	2	0,16	0,24	0,15	0,59	0,16	0,15	0,23
15	4,5	0,14	0,23	0,13	0,47	0,2	0,12	0,22
20	8,3	0,16	0,24	0,19	0,31	0,18	0,13	0,2
25	13,5	0,18	0,26	0,2	0,29	0,2	0,14	0,23
30	17,8	0,2	0,29	0,21	0,27	0,19	0,15	0,27
35	25	0,21	0,3	0,22	0,24	0,18	0,17	0,27
40	35,8	0,26	0,31	0,21	0,22	0,21	0,36	0,3
45	42,5	0,29	0,34	0,23	0,2	0,21	0,37	0,45
49,8	49,9	0,28	0,4	0,28	0,18	0,25	0,41	0,56
50	49,6	0,4	0,38	0,28	0,17	0,24	0,39	0,52
55	49,5	0,38	0,36	0,27	0,15	0,25	0,36	0,48
60	49,3	0,36	0,35	0,25	0,14	0,23	0,27	0,38
65	49,2	0,35	0,34	0,23	0,12	0,21	0,23	0,37
70	48,8	0,28	0,32	0,21	0,11	0,19	0,18	0,29
80	48,7	0,21	0,28	0,2	0,1	0,17	0,16	0,28
100	47,5	0,22	0,27	0,19	0,09	0,16	0,14	0,26
120	45	0,23	0,28	0,18	0,08	0,15	0,13	0,25
140	41	0,15	0,27	0,17	0,07	0,14	0,12	0,21

Tablo 4.62: $\theta=15^\circ$ için, $H=50\text{cm}$ derinliğinde sıcak su deşarjı jet merkez eksenlerinde enkesit içi sıcaklık dağılımları (Deney seri: C) (çarpma noktası işaretlenmiştir).

x (cm)	y (cm)	ΔT (°C)						
		z (cm)						
		-30	-20	-10	0	10	20	30
0	0	0,08	0,13	0,11	5,05	0,14	0,14	0,14
1	0	0,09	0,14	0,09	2,45	0,13	0,14	0,13
5	0,5	0,13	0,15	0,12	0,82	0,15	0,15	0,13
10	2	0,15	0,19	0,17	0,55	0,16	0,18	0,14
15	3,8	0,15	0,18	0,23	0,41	0,17	0,17	0,16
20	7	0,15	0,19	0,17	0,34	0,19	0,16	0,15
25	12	0,17	0,2	0,22	0,31	0,2	0,2	0,17
30	16	0,18	0,21	0,21	0,28	0,2	0,19	0,16
35	23	0,18	0,22	0,16	0,25	0,22	0,21	0,23
40	42	0,27	0,5	0,2	0,23	0,24	0,27	0,31
45	47,8	0,62	0,58	0,5	0,21	0,37	0,65	0,72
49	49,9	0,55	0,54	0,39	0,17	0,57	0,58	0,71
50	49,3	0,54	0,5	0,31	0,16	0,29	0,56	0,65
55	49,2	0,51	0,46	0,3	0,15	0,28	0,49	0,61
60	49	0,44	0,42	0,27	0,14	0,26	0,5	0,55
65	48,8	0,27	0,25	0,21	0,13	0,23	0,46	0,51
70	48,4	0,2	0,21	0,19	0,12	0,2	0,32	0,42
80	48	0,17	0,2	0,16	0,11	0,19	0,2	0,24
100	47	0,16	0,18	0,14	0,1	0,15	0,14	0,18
120	44	0,17	0,16	0,12	0,09	0,14	0,13	0,17
140	41,4	0,16	0,14	0,09	0,07	0,11	0,1	0,12

Tablo 4.63: $\theta=15^\circ$ için, $H=20\text{cm}$ derinliğinde sıcak su deşarjı jet merkez eksenlerinde enkesit içi sıcaklık dağılımları (Deney seri: A) (çarpma noktası işaretlenmiştir).

x (cm)	y (cm)	ΔT (°C)						
		z (cm)						
		-30	-20	-10	0	10	20	30
0	0	0,16	0,15	0,16	5,52	0,16	0,17	0,2
1	0	0,18	0,16	0,15	3,16	0,14	0,17	0,21
5	0,8	0,2	0,2	0,21	1,81	0,18	0,18	0,22
10	2	0,21	0,19	0,3	0,56	0,19	0,19	0,25
15	3,8	0,23	0,21	0,32	0,41	0,28	0,28	0,3
20	6,5	0,24	0,28	0,31	0,35	0,33	0,29	0,31
25	11,4	0,26	0,29	0,34	0,33	0,36	0,33	0,35
30	16,1	0,4	0,36	0,38	0,3	0,38	0,35	0,39
33	19,7	0,48	0,41	0,4	0,28	0,39	0,45	0,55
36	19,9	0,49	0,44	0,42	0,26	0,4	0,43	0,6
40	19,6	0,44	0,39	0,39	0,24	0,4	0,42	0,52
45	19,6	0,42	0,39	0,38	0,22	0,37	0,4	0,49
50	19,4	0,36	0,32	0,32	0,2	0,33	0,35	0,42
60	19,2	0,34	0,3	0,3	0,18	0,28	0,33	0,44
80	18,9	0,29	0,26	0,27	0,16	0,26	0,26	0,35
100	18,5	0,28	0,22	0,25	0,14	0,24	0,25	0,31
120	17,5	0,2	0,21	0,22	0,12	0,21	0,21	0,26
140	15	0,19	0,18	0,19	0,11	0,2	0,19	0,24

Tablo 4.64: $\theta=15^\circ$ için, H=20cm derinliğinde sıcak su deşarjı jet merkez eksenlerinde enkesit içi sıcaklık dağılımları (Deney seri: B) (çarpma noktası işaretlenmiştir).

x (cm)	y (cm)	ΔT (°C)						
		z (cm)						
		-30	-20	-10	0	10	20	30
0	0	0,24	0,21	0,24	4,99	0,17	0,18	0,23
1	0	0,2	0,19	0,2	3,04	0,18	0,19	0,2
5	1	0,22	0,19	0,22	1,21	0,21	0,2	0,21
10	2,7	0,26	0,22	0,26	0,59	0,23	0,19	0,22
15	5	0,28	0,25	0,28	0,43	0,24	0,19	0,24
20	7,6	0,34	0,3	0,34	0,37	0,29	0,18	0,23
25	10	0,33	0,3	0,33	0,34	0,31	0,37	0,35
30	19,7	0,44	0,5	0,44	0,3	0,41	0,49	0,57
34	19,9	0,45	0,56	0,45	0,27	0,42	0,58	0,64
35	19,6	0,42	0,49	0,42	0,24	0,4	0,42	0,56
40	19,5	0,41	0,43	0,41	0,23	0,39	0,4	0,54
45	19,4	0,4	0,41	0,4	0,21	0,39	0,38	0,53
50	19,2	0,38	0,37	0,38	0,18	0,34	0,33	0,41
60	19	0,27	0,33	0,27	0,16	0,34	0,3	0,37
80	18,7	0,29	0,27	0,29	0,14	0,24	0,23	0,29
100	18	0,27	0,26	0,27	0,12	0,24	0,22	0,26
120	17,2	0,25	0,23	0,25	0,11	0,23	0,18	0,23
140	15,1	0,23	0,22	0,23	0,1	0,18	0,2	0,2

Tablo 4.65: $\theta=15^\circ$ için, H=20cm derinliğinde sıcak su deşarjı jet merkez eksenlerinde enkesit içi sıcaklık dağılımları (Deney seri: C) (çarpma noktası işaretlenmiştir).

x (cm)	y (cm)	ΔT (°C)						
		z (cm)						
		-30	-20	-10	0	10	20	30
0	0	0,24	0,21	0,24	4,99	0,17	0,18	0,23
1	0	0,2	0,19	0,2	3,04	0,18	0,19	0,2
5	1	0,22	0,19	0,22	1,21	0,21	0,2	0,21
10	2,7	0,26	0,22	0,26	0,59	0,23	0,19	0,22
15	5	0,28	0,25	0,28	0,43	0,24	0,19	0,24
20	7,6	0,34	0,3	0,34	0,37	0,29	0,18	0,23
25	10	0,33	0,3	0,33	0,34	0,31	0,37	0,35
30	19,7	0,44	0,5	0,44	0,3	0,41	0,49	0,57
34	19,9	0,45	0,56	0,45	0,27	0,42	0,58	0,64
35	19,6	0,42	0,49	0,42	0,24	0,4	0,42	0,56
40	19,5	0,41	0,43	0,41	0,23	0,39	0,4	0,54
45	19,4	0,4	0,41	0,4	0,21	0,39	0,38	0,53
50	19,2	0,38	0,37	0,38	0,18	0,34	0,33	0,41
60	19	0,27	0,33	0,27	0,16	0,34	0,3	0,37
80	18,7	0,29	0,27	0,29	0,14	0,24	0,23	0,29
100	18	0,27	0,26	0,27	0,12	0,24	0,22	0,26
120	17,2	0,25	0,23	0,25	0,11	0,23	0,18	0,23
140	15,1	0,23	0,22	0,23	0,1	0,18	0,2	0,2

Tablo 4.66 : $\theta=15^\circ$ için, H=15cm derinliğinde sıcak su deşarjı jet merkez eksenlerinde enkesit içi sıcaklık dağılımları (Deney seri: A) (çarpma noktası işaretlenmiştir).

x (cm)	y (cm)	ΔT (°C)						
		z (cm)						
		-30	-20	-10	0	10	20	30
0	0	0,26	0,23	0,20	5,49	0,14	0,17	0,18
1	0	0,28	0,25	0,20	2,96	0,16	0,18	0,19
5	0,4	0,17	0,17	0,16	1,21	0,21	0,19	0,21
10	1,5	0,20	0,19	0,19	0,71	0,27	0,23	0,24
15	4	0,28	0,29	0,34	0,47	0,37	0,32	0,33
20	6,9	0,41	0,35	0,38	0,37	0,42	0,37	0,37
24	14,9	0,54	0,52	0,42	0,32	0,47	0,59	0,59
25	14,7	0,53	0,47	0,40	0,29	0,28	0,61	0,58
30	14,7	0,52	0,45	0,43	0,27	0,46	0,50	0,56
35	14,6	0,53	0,45	0,44	0,25	0,47	0,49	0,53
40	14,5	0,45	0,42	0,42	0,23	0,46	0,47	0,49
60	14,4	0,39	0,46	0,37	0,21	0,40	0,44	0,45
80	14,3	0,37	0,36	0,33	0,19	0,37	0,44	0,42
100	14,1	0,35	0,31	0,30	0,17	0,35	0,36	0,39
120	13,1	0,33	0,29	0,26	0,14	0,31	0,34	0,38
140	12,9	0,22	0,22	0,24	0,12	0,22	0,21	0,23

Tablo 4.67: $\theta=15^\circ$ için, H=15cm derinliğinde sıcak su deşarjı jet merkez eksenlerinde enkesit içi sıcaklık dağılımları (Deney seri: B) (çarpma noktası işaretlenmiştir).

x (cm)	y (cm)	ΔT (°C)						
		z (cm)						
		-30	-20	-10	0	10	20	30
0	0	0,23	0,21	0,21	5,68	0,22	0,24	0,29
1	0	0,19	0,2	0,19	2,41	0,21	0,22	0,25
5	0,5	0,25	0,26	0,36	1,68	0,26	0,26	0,28
10	2	0,26	0,29	0,34	0,6	0,25	0,32	0,31
15	5	0,31	0,3	0,36	0,43	0,34	0,3	0,35
20	7,8	0,37	0,35	0,4	0,39	0,36	0,37	0,41
22	14,9	0,55	0,55	0,44	0,33	0,49	0,6	0,66
25	14,8	0,53	0,52	0,46	0,32	0,47	0,58	0,61
30	14,7	0,54	0,49	0,46	0,31	0,45	0,49	0,59
35	14,6	0,53	0,47	0,45	0,3	0,45	0,47	0,55
40	14,5	0,47	0,41	0,43	0,27	0,4	0,44	0,51
60	14,4	0,43	0,4	0,41	0,24	0,38	0,39	0,47
80	14,3	0,37	0,35	0,37	0,21	0,34	0,35	0,37
100	14	0,34	0,33	0,33	0,19	0,33	0,32	0,34
120	13	0,27	0,26	0,21	0,16	0,22	0,24	0,24
140	12,7	0,23	0,2	0,2	0,14	0,22	0,23	0,23

Tablo 4.68: $\theta=15^\circ$ için, $H=15\text{cm}$ derinliğinde sıcak su deşarjı jet merkez eksenlerinde enkesit içi sıcaklık dağılımları (Deney seri: C) (çarpma noktası işaretlenmiştir).

x (cm)	y (cm)	ΔT ($^\circ\text{C}$)						
		z (cm)						
		-30	-20	-10	0	10	20	30
0	0	0,24	0,22	0,22	5,03	0,22	0,21	0,25
1	0	0,25	0,21	0,23	1,75	0,24	0,24	0,26
5	0,7	0,25	0,25	0,25	1,05	0,28	0,25	0,29
10	2,5	0,31	0,29	0,35	0,6	0,34	0,3	0,33
15	5,5	0,36	0,44	0,38	0,46	0,37	0,37	0,38
20	8	0,39	0,39	0,4	0,4	0,4	0,39	0,4
23	14,9	0,61	0,58	0,53	0,33	0,51	0,63	0,72
25	14,7	0,57	0,51	0,52	0,32	0,48	0,55	0,68
30	14,6	0,56	0,49	0,49	0,3	0,48	0,56	0,64
35	14,6	0,52	0,48	0,49	0,29	0,5	0,55	0,59
40	14,5	0,46	0,45	0,47	0,26	0,46	0,51	0,52
60	14,4	0,45	0,41	0,44	0,23	0,44	0,46	0,49
80	14,4	0,44	0,37	0,39	0,2	0,4	0,44	0,48
100	14,1	0,4	0,33	0,33	0,18	0,26	0,35	0,38
120	13,3	0,25	0,18	0,24	0,15	0,28	0,29	0,3
140	12,6	0,19	0,17	0,22	0,13	0,17	0,14	0,22

Tablo 4.69: $\theta=15^\circ$ için, $H=10\text{cm}$ derinliğinde sıcak su deşarjı jet merkez eksenlerinde enkesit içi sıcaklık dağılımları (Deney seri: A) (çarpma noktası işaretlenmiştir).

x (cm)	y (cm)	ΔT ($^\circ\text{C}$)						
		z (cm)						
		-30	-20	-10	0	10	20	30
0	0	0,33	0,36	0,38	5,44	0,31	0,37	0,41
1	0	0,34	0,40	0,35	2,85	0,36	0,35	0,36
5	1,6	0,43	0,36	0,40	0,82	0,42	0,43	0,46
10	2,9	0,45	0,46	0,46	0,52	0,48	0,46	0,53
15	5,8	0,54	0,60	0,62	0,48	0,56	0,61	0,63
19	9,9	0,64	0,64	0,71	0,45	0,69	0,71	0,79
20	9,8	0,73	0,65	0,67	0,43	0,68	0,69	0,87
25	9,7	0,63	0,65	0,69	0,38	0,68	0,70	0,75
30	9,6	0,61	0,66	0,66	0,33	0,67	0,67	0,73
35	9,6	0,57	0,60	0,62	0,28	0,63	0,65	0,67
40	9,5	0,57	0,56	0,60	0,24	0,61	0,61	0,68
60	9,4	0,57	0,55	0,57	0,22	0,55	0,58	0,63
80	9,4	0,55	0,51	0,55	0,21	0,50	0,53	0,62
100	9,2	0,47	0,48	0,50	0,19	0,45	0,49	0,53
120	8,9	0,43	0,38	0,40	0,17	0,35	0,45	0,46
140	7,9	0,40	0,37	0,36	0,15	0,33	0,34	0,38

Tablo 4.70: $\theta=15^\circ$ için, H=10cm derinliğinde sıcak su deşarjı jet merkez eksenlerinde enkesit içi sıcaklık dağılımları (Deney seri: B) (çarpma noktası işaretlenmiştir).

x (cm)	y (cm)	ΔT (°C)						
		z (cm)						
		-30	-20	-10	0	10	20	30
0	0	0,32	0,31	0,31	5,66	0,34	0,34	0,25
1	0	0,33	0,33	0,34	1,65	0,42	0,39	0,26
5	0,9	0,39	0,36	0,36	1,25	0,44	0,37	0,33
10	2,5	0,51	0,44	0,52	0,58	0,45	0,41	0,34
15	5,4	0,53	0,46	0,46	0,51	0,5	0,49	0,4
18,1	9,9	0,62	0,64	0,61	0,49	0,63	0,69	0,64
20	9,7	0,57	0,59	0,58	0,45	0,57	0,6	0,58
25	9,7	0,53	0,55	0,56	0,41	0,56	0,56	0,56
30	9,7	0,53	0,54	0,55	0,37	0,55	0,55	0,55
35	9,6	0,53	0,54	0,55	0,33	0,55	0,54	0,53
40	9,5	0,52	0,53	0,54	0,3	0,54	0,53	0,43
60	9,4	0,47	0,45	0,46	0,27	0,46	0,46	0,41
80	9,3	0,42	0,43	0,38	0,23	0,39	0,43	0,39
100	9,1	0,36	0,29	0,3	0,2	0,35	0,39	0,31
120	9	0,29	0,27	0,26	0,18	0,25	0,26	0,29
140	8,1	0,27	0,24	0,22	0,17	0,2	0,25	0,22

Tablo 4.71: $\theta=15^\circ$ için, H=10cm derinliğinde sıcak su deşarjı jet merkez eksenlerinde enkesit içi sıcaklık dağılımları (Deney seri: C) (çarpma noktası işaretlenmiştir).

x (cm)	y (cm)	ΔT (°C)						
		z (cm)						
		-30	-20	-10	0	10	20	30
0	0	0,31	0,31	0,41	4,97	0,32	0,34	0,3
1	0	0,32	0,32	0,37	2,37	0,33	0,34	0,35
5	0,5	0,35	0,3	0,43	1,31	0,38	0,38	0,37
10	2,4	0,48	0,4	0,52	0,63	0,45	0,45	0,42
15	5	0,49	0,43	0,5	0,49	0,53	0,51	0,46
17	9,9	0,68	0,65	0,65	0,45	0,69	0,7	0,73
20	9,7	0,65	0,64	0,63	0,42	0,63	0,71	0,69
25	9,6	0,62	0,57	0,62	0,38	0,58	0,64	0,67
30	9,5	0,59	0,53	0,58	0,33	0,55	0,63	0,6
35	9,5	0,57	0,52	0,57	0,3	0,54	0,62	0,59
40	9,4	0,54	0,49	0,56	0,25	0,49	0,57	0,58
60	9,2	0,51	0,46	0,52	0,23	0,45	0,51	0,53
80	9,1	0,39	0,42	0,47	0,19	0,41	0,45	0,48
100	8,9	0,37	0,35	0,4	0,17	0,39	0,41	0,41
120	8,2	0,32	0,28	0,31	0,16	0,31	0,35	0,36
140	8,2	0,31	0,27	0,29	0,15	0,27	0,33	0,35

Tablo 4.72: $\theta=15^\circ$ için, H=5cm derinliğinde sıcak su deşarjı jet merkez eksenlerinde enkesit içi sıcaklık dağılımları (Deney seri: A) (çarpma noktası işaretlenmiştir).

x (cm)	y (cm)	ΔT (°C)						
		z (cm)						
		-30	-20	-10	0	10	20	30
0	0	0,44	0,45	0,41	5,37	0,38	0,44	0,47
1	0	0,46	0,50	0,49	2,02	0,51	0,48	0,48
5	1,5	0,62	0,57	0,55	0,94	0,54	0,63	0,67
10	2,9	0,64	0,71	0,86	0,79	0,81	0,80	0,76
13,1	4,9	0,65	0,74	0,82	0,72	0,85	0,68	0,69
15	4,8	0,60	0,64	0,80	0,61	0,81	0,67	0,66
20	4,7	0,58	0,59	0,70	0,55	0,77	0,66	0,64
25	4,6	0,56	0,60	0,68	0,51	0,73	0,65	0,63
30	4,6	0,54	0,59	0,64	0,47	0,67	0,64	0,57
35	4,5	0,52	0,60	0,63	0,43	0,66	0,62	0,57
40	4,5	0,48	0,58	0,60	0,40	0,63	0,58	0,57
60	4,4	0,40	0,51	0,51	0,38	0,55	0,52	0,57
80	4,3	0,38	0,49	0,49	0,36	0,50	0,53	0,55
100	4,1	0,41	0,42	0,40	0,34	0,47	0,46	0,48
120	3,6	0,39	0,37	0,38	0,31	0,39	0,37	0,33
140	3,1	0,33	0,35	0,30	0,29	0,06	0,27	0,28

Tablo 4.73: $\theta=15^\circ$ için, H=5cm derinliğinde sıcak su deşarjı jet merkez eksenlerinde enkesit içi sıcaklık dağılımları (Deney seri: B) (çarpma noktası işaretlenmiştir).

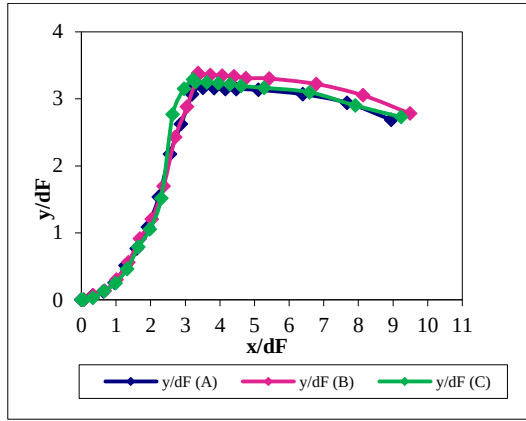
x (cm)	y (cm)	ΔT (°C)						
		z (cm)						
		-30	-20	-10	0	10	20	30
0	0	0,53	0,47	0,35	5	0,48	0,5	0,55
1	0,5	0,56	0,53	0,39	1,82	0,46	0,53	0,6
5	1	0,61	0,51	0,49	1,49	0,64	0,6	0,64
10	4,8	0,71	0,71	0,77	0,76	0,87	0,79	0,75
13	4,9	0,75	0,74	0,8	0,7	0,88	0,82	0,8
15	4,7	0,65	0,66	0,71	0,63	0,82	0,72	0,69
20	4,7	0,59	0,62	0,66	0,56	0,76	0,68	0,66
25	4,6	0,55	0,6	0,61	0,52	0,69	0,6	0,62
30	4,6	0,51	0,59	0,58	0,48	0,65	0,6	0,59
35	4,5	0,5	0,58	0,57	0,44	0,67	0,6	0,59
40	4,5	0,49	0,54	0,53	0,39	0,66	0,59	0,55
60	4,4	0,56	0,53	0,48	0,34	0,53	0,55	0,52
80	4,3	0,35	0,38	0,36	0,29	0,43	0,47	0,5
100	4,2	0,34	0,31	0,33	0,26	0,29	0,29	0,34
120	3,4	0,35	0,28	0,25	0,23	0,2	0,23	0,23
140	3,2	0,34	0,26	0,2	0,19	0,2	0,19	0,18

Tablo 4.74: $\theta=15^\circ$ için, $H=5\text{cm}$ derinliğinde sıcak su deşarjı jet merkez eksenlerinde enkesit içi sıcaklık dağılımları (Deney seri: C) (çarpma noktası işaretlenmiştir).

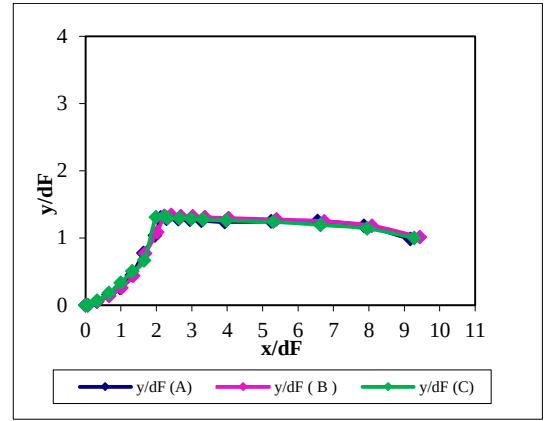
x (cm)	y (cm)	ΔT ($^\circ\text{C}$)						
		z (cm)						
		-30	-20	-10	0	10	20	30
0	0	0,41	0,44	0,51	4,71	0,51	0,45	0,56
1	0	0,52	0,47	0,55	1,82	0,49	0,5	0,61
5	1	0,66	0,64	0,73	1,29	0,63	0,61	0,65
10	2,5	0,8	0,76	0,92	0,71	0,84	0,75	0,8
13,7	4,9	0,81	0,77	0,95	0,69	0,83	0,83	0,91
15	4,7	0,8	0,76	0,94	0,55	0,82	0,79	0,86
20	4,6	0,7	0,75	0,9	0,46	0,79	0,77	0,81
25	4,6	0,68	0,7	0,83	0,42	0,75	0,71	0,78
30	4,5	0,66	0,65	0,75	0,36	0,67	0,68	0,7
35	4,5	0,63	0,64	0,74	0,31	0,64	0,6	0,62
40	4,4	0,62	0,6	0,72	0,27	0,62	0,61	0,55
60	4,2	0,56	0,54	0,68	0,24	0,56	0,54	0,54
80	4	0,53	0,47	0,61	0,22	0,57	0,55	0,46
100	3,9	0,5	0,46	0,6	0,2	0,52	0,47	0,44
120	3,5	0,42	0,41	0,56	0,19	0,5	0,48	0,45
140	3,3	0,5	0,45	0,52	0,18	0,51	0,45	0,53

4.2.2.3. $\theta=15^\circ$ için Sıcak Su Deşarjında Jet Merkez Eksen Yörüngeleri

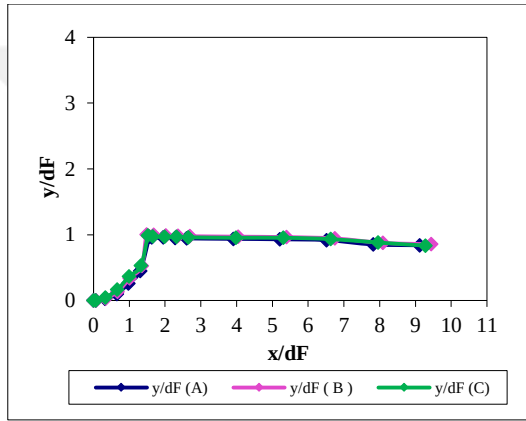
Deşarj derinliği H ’ ye bağlı olarak gerçekleştirilen $\theta=15^\circ$ deşarj deliği açısı için sıcak su deşarjı deneylerinin normalize edilmiş jet merkez eksen yörüngelerinin profilleri x/dF - y/dF olarak Şekil 4.19’da verilmiştir. Normalize jet merkez eksen yörüngelerinin x/dF - y/dF sayısal değerleri de Tablo 4.75 ila 4.79’da verilmiştir. Şekil 4.19’dan da görüleceği üzere, H değerindeki küçülmeye bağlı olarak jetin su yüzeyine çarpma noktasında ulaşmasından sonra, jetler yoğunluk tabakası haline dönüşerek merkez eksen yörüngeleri su yüzeyine yaklaşık paralel boyuna ilerlemeyi sürdürdüler.



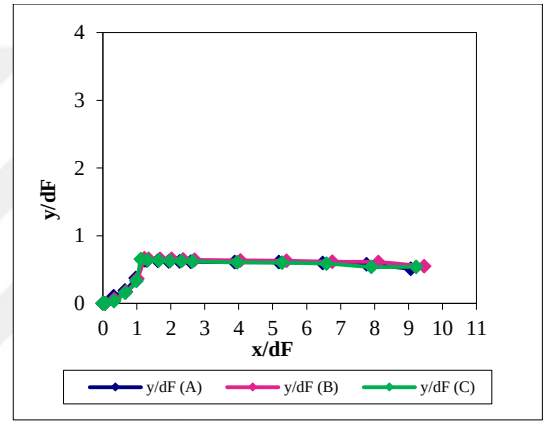
a. H=50cm



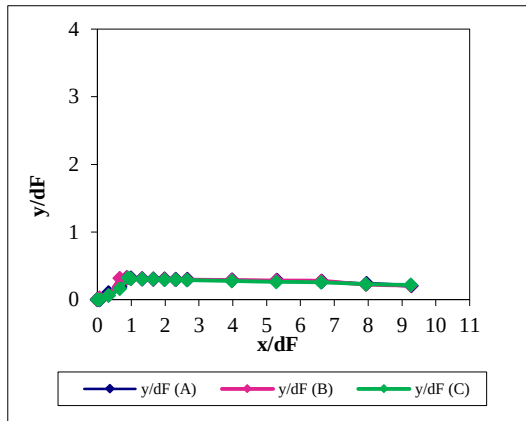
b. H=20cm



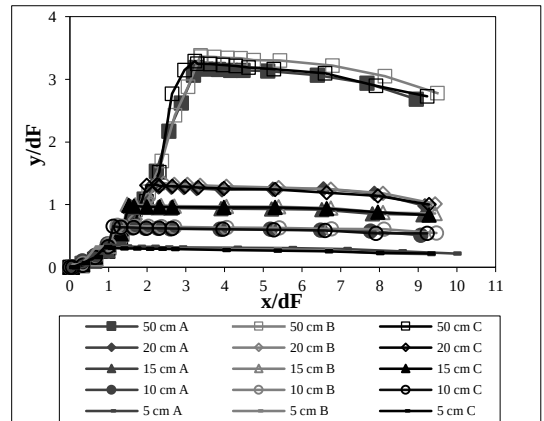
c. H=15cm



d. H=10cm



e. H=5cm



f. H değerlerine göre karşılaştırma

Şekil 4.19: H' ye göre $\theta=15^\circ$ için sıcak su deşarjı deneylerinin normalize edilmiş jet merkez eksenini yörüngelerinin profilleri.

Tablo 4.75: $\theta=15^\circ$ için, H=50cm derinliğinde sıcak su deşarjı jet merkez eksen yörünge koordinatları (çarpma noktaları işaretlenmiştir).

x [cm] (A)	x [cm] (B)	x [cm] (C)	y [cm] (A)	y [cm] (B)	y [cm] (C)	x/dF (A)	x/dF (B)	x/dF (C)	y/dF (A)	y/dF (B)	y/dF (C)
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1	1	1	0	0	0	0,0639	0,0678	0,0659	0	0	0
5	5	5	1	1	0,5	0,3197	0,3391	0,3296	0,0639	0,0678	0,033
10	10	10	2	2	2	0,6395	0,6781	0,6593	0,1279	0,1356	0,1319
15	15	15	4	4,5	3,8	0,9592	1,0172	0,9889	0,2558	0,3052	0,2505
20	20	20	8	8,3	7	1,2789	1,3563	1,3186	0,5116	0,5628	0,4615
25	25	25	12	13,5	12	1,5987	1,6953	1,6482	0,7674	0,9155	0,7911
30	30	30	17	17,8	16	1,9184	2,0344	1,9779	1,0871	1,2071	1,0549
35	35	35	24	25	23	2,2381	2,3735	2,3075	1,5347	1,6953	1,5164
40	40	40	34	35,8	42	2,5579	2,7125	2,6371	2,1742	2,4277	2,769
45	45	45	41	42,5	47,8	2,8776	3,0516	2,9668	2,6218	2,8821	3,1514
-	49,8	49	-	49,9	49,9	-	3,3771	3,2305	-	3,3839	3,2898
50	50	50	48	49,6	49,3	3,1973	3,3907	3,2964	3,0694	3,3635	3,2503
51	-	-	49,9	-	-	3,2613	-	-	3,1909	-	-
55	55	55	49,5	49,5	49,2	3,5171	3,7297	3,6261	3,1654	3,3568	3,2437
60	60	60	49,4	49,3	49	3,8368	4,0688	3,9557	3,159	3,3432	3,2305
65	65	65	49,2	49,2	48,8	4,1565	4,4079	4,2854	3,1462	3,3364	3,2173
70	70	70	49,2	48,8	48,4	4,4763	4,7469	4,615	3,1462	3,3093	3,1909
80	80	80	49	48,7	48	5,1157	5,4251	5,2743	3,1334	3,3025	3,1646
100	100	100	48	47,5	47	6,3947	6,7813	6,5929	3,0694	3,2211	3,0986
120	120	120	46	45	44	7,6736	8,1376	7,9114	2,9415	3,0516	2,9009
140	140	140	42	41	41,4	8,9525	9,4938	9,23	2,6858	2,7803	2,7294

Tablo 4.76: $\theta=15^\circ$ için, H=20cm derinliğinde sıcak su deşarjı jet merkez eksen yörünge koordinatları (çarpma noktaları işaretlenmiştir).

x [cm] (A)	x [cm] (B)	x [cm] (C)	y [cm] (A)	y [cm] (B)	y [cm] (C)	x/dF (A)	x/dF (B)	x/dF (C)	y/dF (A)	y/dF (B)	y/dF (C)
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1	1	1	0	0	0	0,0655	0,0674	0,0663	0	0	0
5	5	5	0,8	0,8	1	0,3277	0,3372	0,3316	0,0524	0,054	0,0663
10	10	10	2,4	2	2,7	0,6554	0,6744	0,6631	0,1573	0,1349	0,179
15	15	15	3,9	3,8	5	0,9831	1,0117	0,9947	0,2556	0,2563	0,3316
20	20	20	6,8	6,5	7,6	1,3108	1,3489	1,3263	0,4457	0,4384	0,504
25	25	25	11,8	11,4	10	1,6385	1,6861	1,6578	0,7734	0,7689	0,6631
30	30	30	15,8	16,1	19,7	1,9662	2,0233	1,9894	1,0355	1,0858	1,3064
32,5	33	34	19,9	19,7	19,9	2,1301	2,2256	2,2546	1,3043	1,3286	1,3196
35	35	35	19,6	19,9	19,6	2,2939	2,428	2,321	1,2846	1,3421	1,2997
40	40	40	19,5	19,6	19,5	2,6216	2,6977	2,6525	1,278	1,3219	1,2931
45	45	45	19,4	19,6	19,4	2,9493	3,035	2,9841	1,2715	1,3219	1,2865
50	50	50	19,2	19,4	19,2	3,277	3,3722	3,3157	1,2584	1,3084	1,2732
60	60	60	18,9	19,2	19	3,9324	4,0466	3,9788	1,2387	1,2949	1,2599
80	80	80	19	18,9	18,7	5,2432	5,3955	5,305	1,2453	1,2747	1,2401
100	100	100	19,1	18,5	18	6,554	6,7444	6,6313	1,2518	1,2477	1,1936
120	120	120	18	17,5	17,2	7,8648	8,0932	7,9576	1,1797	1,1803	1,1406
140	140	140	15	15	15,1	9,1757	9,4421	9,2838	0,9831	1,0117	1,0013

Tablo 4.77: $\theta=15^\circ$ için, H=15cm derinliğinde sıcak su deşarjı jet merkez eksen yörünge koordinatları (çarpma noktaları işaretlenmiştir).

x [cm] (A)	x [cm] (B)	x [cm] (C)	y [cm] (A)	y [cm] (B)	y [cm] (C)	x/dF (A)	x/dF (B)	x/dF (C)	y/dF (A)	y/dF (B)	y/dF (C)
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1	1	1	0	0	0	0,0651	0,0674	0,0663	0	0	0
5	5	5	0,4	0,5	0,7	0,3257	0,3372	0,3316	0,0261	0,0337	0,0464
10	10	10	1,5	2	2,5	0,6515	0,6744	0,6631	0,0977	0,1349	0,1658
15	15	15	4	5	5,5	0,9772	1,0117	0,9947	0,2606	0,3372	0,3647
20	20	20	6,9	7,8	8	1,303	1,3489	1,3263	0,4495	0,5261	0,5305
24	22	23	14,9	14,9	14,9	1,5636	1,4838	1,5252	0,9707	1,0049	0,9881
25	25	25	14,7	14,8	14,7	1,6287	1,6861	1,6578	0,9577	0,9982	0,9748
30	30	30	14,7	14,7	14,6	1,9544	2,0233	1,9894	0,9577	0,9914	0,9682
35	35	35	14,6	14,6	14,6	2,2802	2,3605	2,321	0,9512	0,9847	0,9682
40	40	40	14,5	14,5	14,5	2,6059	2,6977	2,6525	0,9446	0,9779	0,9615
60	60	60	14,4	14,4	14,4	3,9089	4,0466	3,9788	0,9381	0,9712	0,9549
80	80	80	14,3	14,3	14,4	5,2119	5,3955	5,305	0,9316	0,9644	0,9549
100	100	100	14,1	14	14,1	6,5148	6,7444	6,6313	0,9186	0,9442	0,935
120	120	120	13,1	13	13,3	7,8178	8,0932	7,9576	0,8534	0,8768	0,882
140	140	140	12,9	12,7	12,6	9,1207	9,4421	9,2838	0,8404	0,8565	0,8355

Tablo 4.78: $\theta=15^\circ$ için, H=10cm derinliğinde sıcak su deşarjı jet merkez eksen yörünge koordinatları (çarpma noktaları işaretlenmiştir).

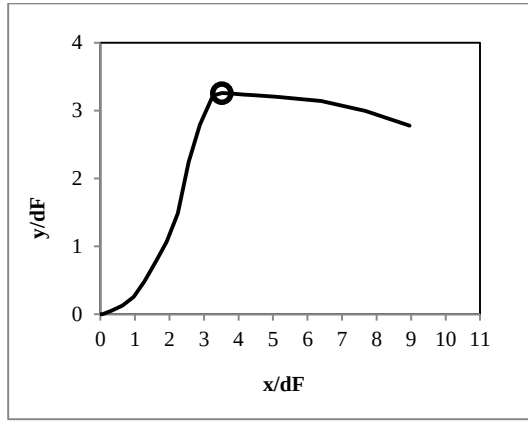
x [cm] (A)	x [cm] (B)	x [cm] (C)	y [cm] (A)	y [cm] (B)	y [cm] (C)	x/dF (A)	x/dF (B)	x/dF (C)	y/dF (A)	y/dF (B)	y/dF (C)
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1	1	1	0	0	0	0,0648	0,0676	0,0659	0	0	0
5	5	5	1,6	0,9	0,5	0,3238	0,3381	0,3296	0,1036	0,0609	0,033
10	10	10	2,9	2,5	2,4	0,6475	0,6763	0,6593	0,1878	0,1691	0,1582
15	15	15	5,8	5,4	5	0,9713	1,0144	0,9889	0,3756	0,3652	0,3296
19	18,1	17	9,9	9,9	9,9	1,2303	1,2241	1,1208	0,641	0,6695	0,6527
20	20	20	9,8	9,7	9,7	1,295	1,3526	1,3186	0,6346	0,656	0,6395
25	25	25	9,7	9,7	9,6	1,6188	1,6907	1,6482	0,6281	0,656	0,6329
30	30	30	9,6	9,7	9,5	1,9426	2,0289	1,9779	0,6216	0,656	0,6263
35	35	35	9,6	9,6	9,5	2,2663	2,367	2,3075	0,6216	0,6492	0,6263
40	40	40	9,5	9,5	9,4	2,5901	2,7052	2,6371	0,6151	0,6425	0,6197
60	60	60	9,4	9,4	9,2	3,8851	4,0577	3,9557	0,6087	0,6357	0,6065
80	80	80	9,4	9,3	9,1	5,1801	5,4103	5,2743	0,6087	0,6289	0,6
100	100	100	9,2	9,1	8,9	6,4752	6,7629	6,5929	0,5957	0,6154	0,5868
120	120	120	8,9	9	8,2	7,7702	8,1155	7,9114	0,5763	0,6087	0,5406
140	140	140	7,9	8,1	8,2	9,0653	9,468	9,23	0,5115	0,5478	0,5406

Tablo 4.79: $\theta=15^\circ$ için, $H=5\text{cm}$ derinliğinde sıcak su deşarjı jet merkez eksen yörünge koordinatları (çarpma noktaları işaretlenmiştir).

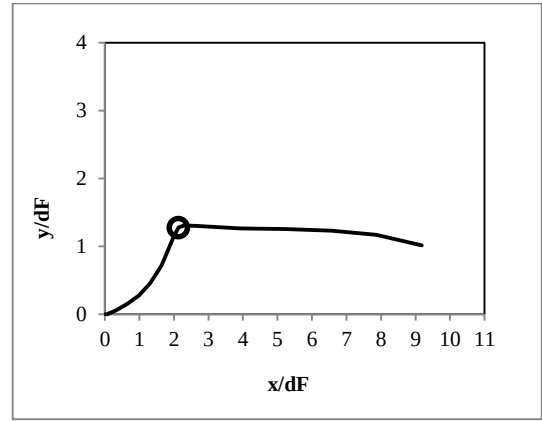
x [cm] (A)	x [cm] (B)	x [cm] (C)	y [cm] (A)	y [cm] (B)	y [cm] (C)	x/dF (A)	x/dF (B)	x/dF (C)	y/dF (A)	y/dF (B)	y/dF (C)
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1	1	1	0	0,5	0	0,0663	0,0661	0,0661	0	0,0331	0
5	5	5	1,5	1	1	0,3316	0,3306	0,3306	0,0995	0,0661	0,0661
10	10	10	2,9	4,8	2,5	0,6631	0,6612	0,6612	0,1923	0,3174	0,1653
13,1	13	13,7	4,9	4,9	4,9	0,8687	0,8596	0,9059	0,3249	0,324	0,324
15	15	15	4,8	4,7	4,7	0,9947	0,9918	0,9918	0,3183	0,3108	0,3108
20	20	20	4,7	4,7	4,6	1,3263	1,3224	1,3224	0,3117	0,3108	0,3042
25	25	25	4,6	4,6	4,6	1,6578	1,653	1,653	0,305	0,3042	0,3042
30	30	30	4,6	4,6	4,5	1,9894	1,9836	1,9836	0,305	0,3042	0,2975
35	35	35	4,5	4,5	4,5	2,321	2,3142	2,3142	0,2984	0,2975	0,2975
40	40	40	4,5	4,5	4,4	2,6525	2,6449	2,6449	0,2984	0,2975	0,2909
60	60	60	4,4	4,4	4,2	3,9788	3,9673	3,9673	0,2918	0,2909	0,2777
80	80	80	4,3	4,3	4	5,305	5,2897	5,2897	0,2851	0,2843	0,2645
100	100	100	4,1	4,2	3,9	6,6313	6,6121	6,6121	0,2719	0,2777	0,2579
120	120	120	3,6	3,4	3,5	7,9576	7,9346	7,9346	0,2387	0,2248	0,2314
140	140	140	3,1	3,2	3,3	9,2838	9,257	9,257	0,2056	0,2116	0,2182

4.2.2.4. $\theta=15^\circ$ için Sıcak Su Deşarjında Ortalama Jet Merkez Eksen Yörüngeleri

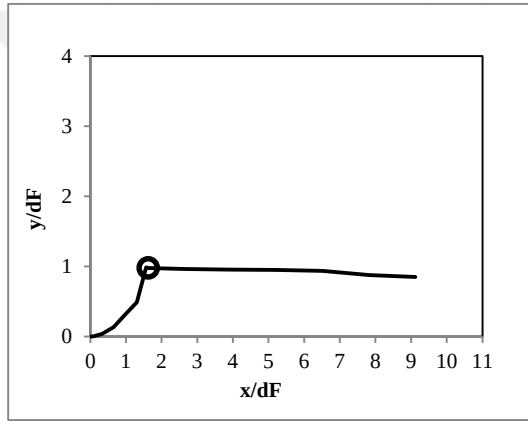
Deşarj derinliği H' ye bağlı olarak gerçekleştirilen $\theta=15^\circ$ deşarj deliği açısı için sıcak su deşarjı deneylerinin normalize edilmiş jet merkez eksen yörüngelerinin x/dF - y/dF olarak deneysel ölçüm noktalarının tüm deneyler için A serisi x/dF noktalarına enterpolasyon ile taşınmış ve ortalamaları alınmış profilleri x/dF - y/dF olarak Şekil 4.20'de verilmiştir. Normalize jet merkez eksen yörüngelerinin x/dF - y/dF sayısal değerleri de Tablo 4.80 ila 4.84'te verilmiştir. Şekil 4.20'den de görüldüğü gibi, jet merkez eksenleri deşarj derinliklerinin azalmasına bağlı olarak, derinliklerin büyüklüğüyle doğru orantılı bir şekilde çarpma noktası derinlikleri ve yoğunluk akıntılarının içerisindeki merkez eksenlerin düşey konumları da azalmışlardır. Yoğunluk akıntısı içi merkez eksenleri, çarpma noktası sonrası yatay eksen boyunca hareket ederlerken, konumlarında aşağı yönlü hareket gözlenmiştir. Hidrolik sıçrama sonucu oluşan bu hareketin etkisinin derinliğin değeri azaldıkça, azaldığı, çarpma noktası sonrası merkez eksenin sığlaşma arttıkça yatay eksene göre paralelleştiği belirlenmiştir.



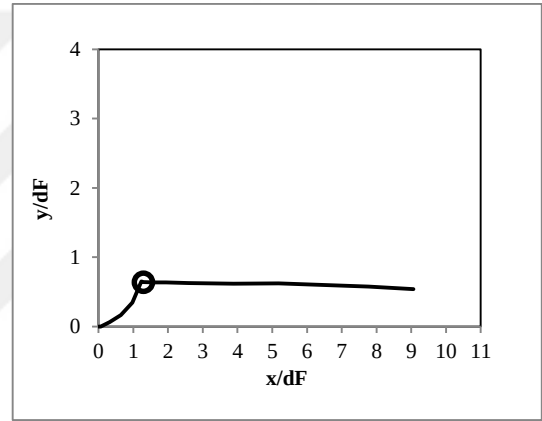
a. H=50cm



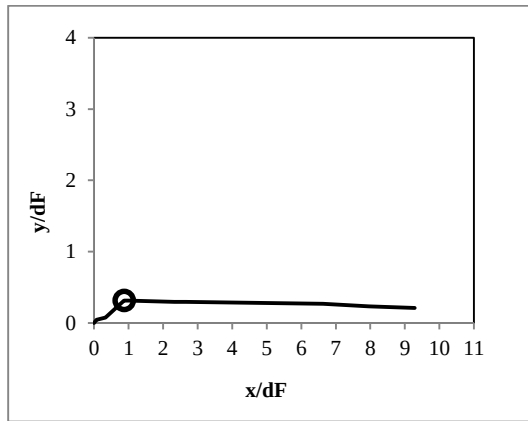
b. H=20cm



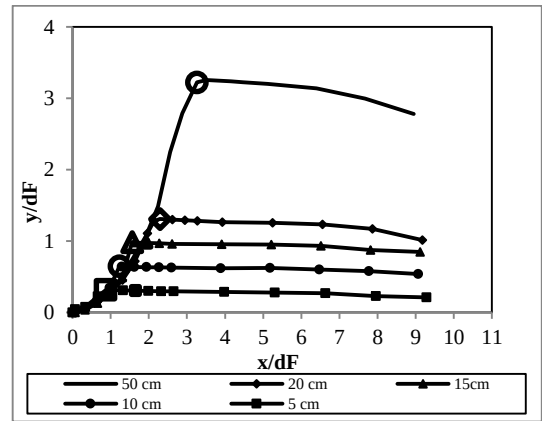
c. H=15cm



d. H=10cm



e. H=5cm



f. H değerlerine göre karşılaştırma

Şekil 4.20: $\theta=15^\circ$ için sıcak su deşarjında ortalama jet merkez eksen yörüngeleri (çarpma noktaları işaretlenmiştir).

Tablo 4.80: $\theta=15^\circ$ için, H=50cm derinliğinde sıcak su deşarjında ortalama jet merkez eksenini yörünge koordinatları (çarpma noktaları işaretlenmiştir).

x/dF (A)	y/dF (A)	y/dF (B)	y/dF (C)	Ort y/dF	x/dF (A)	y/dF (A)	y/dF (B)	y/dF (C)	Ort y/dF
0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	3,1973	3,0694	3,1067	3,2724	3,1495
0,0639	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	3,2613	3,1909	3,2053	3,2714	3,2225
0,3197	0,0639	0,0630	0,0317	0,0529	3,5171	3,1654	3,3610	3,2459	3,2574
0,6395	0,1279	0,1279	0,1259	0,1272	3,8368	3,1590	3,3525	3,2353	3,2489
0,9592	0,2558	0,2762	0,2398	0,2573	4,1565	3,1462	3,3414	3,2225	3,2367
1,2789	0,5116	0,5041	0,4361	0,4839	4,4763	3,1462	3,3309	3,2020	3,2264
1,5987	0,7674	0,8149	0,7416	0,7746	5,1157	3,1334	3,3056	3,1709	3,2033
1,9184	1,0871	1,1073	1,0073	1,0672	6,3947	3,0694	3,2443	3,1086	3,1408
2,2381	1,5347	1,5005	1,4192	1,4848	7,6736	2,9415	3,1096	2,9365	2,9959
2,5579	2,1742	2,0936	2,4677	2,2452	8,9525	2,6858	2,8886	2,7655	2,7800
2,8776	2,6218	2,6489	3,1046	2,7918	-	-	-	-	-

Tablo 4.81: $\theta=15^\circ$ için, H=20cm derinliğinde sıcak su deşarjında ortalama jet merkez eksenini yörünge koordinatları (çarpma noktaları işaretlenmiştir).

x/dF (A)	y/dF (A)	y/dF (B)	y/dF (C)	Ort y/dF	x/dF (A)	y/dF (A)	y/dF (B)	y/dF (C)	Ort y/dF
0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	2,2939	1,2846	1,3332	1,3078	1,3085
0,0655	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	2,6216	1,2780	1,3276	1,2937	1,2998
0,3277	0,0524	0,0521	0,0653	0,0566	2,9493	1,2715	1,3219	1,2872	1,2935
0,6554	0,1573	0,1303	0,1764	0,1547	3,2770	1,2584	1,3122	1,2748	1,2818
0,9831	0,2556	0,2460	0,3262	0,2759	3,9324	1,2387	1,2972	1,2609	1,2656
1,3108	0,4457	0,4178	0,4959	0,4531	5,2432	1,2453	1,2770	1,2410	1,2544
1,6385	0,7734	0,7222	0,6539	0,7165	6,5540	1,2518	1,2515	1,1963	1,2332
1,9662	1,0355	1,0322	1,2614	1,1097	7,8648	1,1797	1,1917	1,1443	1,1719
2,1301	1,3043	1,2139	1,3134	1,2772	9,1757	0,9831	1,0450	1,0127	1,0136

Tablo 4.82: $\theta=15^\circ$ için, H=15cm derinliğinde sıcak su deşarjında ortalama jet merkez eksenini yörünge koordinatları (çarpma noktaları işaretlenmiştir).

x/dF (A)	y/dF (A)	y/dF (B)	y/dF (C)	Ort y/dF	x/dF (A)	y/dF (A)	y/dF (B)	y/dF (C)	Ort y/dF
0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	1,9544	0,9577	0,9928	0,9689	0,9731
0,0651	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	2,2802	0,9512	0,9863	0,9682	0,9685
0,3257	0,0261	0,0323	0,0454	0,0346	2,6059	0,9446	0,9798	0,9625	0,9623
0,6515	0,0977	0,1280	0,1616	0,1291	3,9089	0,9381	0,9719	0,9553	0,9551
0,9772	0,2606	0,3166	0,3542	0,3105	5,2119	0,9316	0,9654	0,9549	0,9506
1,3030	0,4495	0,5004	0,5189	0,4896	6,5148	0,9186	0,9477	0,9368	0,9343
1,5636	0,9707	1,0022	0,9842	0,9857	7,8178	0,8534	0,8905	0,8876	0,8772
1,6287	0,9577	1,0001	0,9777	0,9785	9,1207	0,8404	0,8614	0,8413	0,8477

Tablo 4.83: $\theta=15^\circ$ için, $H=10\text{cm}$ derinliğinde sıcak su deşarjında ortalama jet merkez eksen yörünge koordinatları (çarpma noktaları işaretlenmiştir).

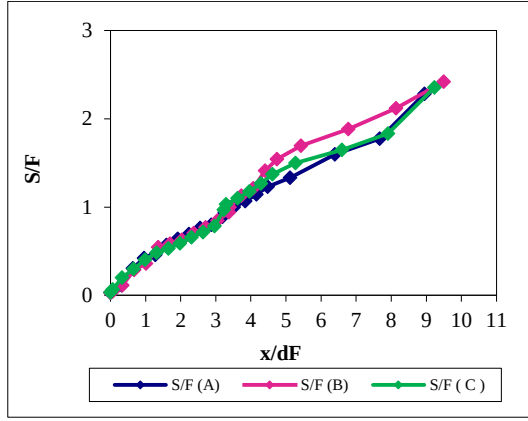
x/dF (A)	y/dF (A)	y/dF (B)	y/dF (C)	Ort y/dF	x/dF (A)	y/dF (A)	y/dF (B)	y/dF (C)	Ort y/dF
0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	1,9426	0,6216	0,6560	0,6270	0,6349
0,0648	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	2,2663	0,6216	0,6513	0,6263	0,6331
0,3238	0,1036	0,0576	0,0322	0,0645	2,5901	0,6151	0,6448	0,6207	0,6269
0,6475	0,1878	0,1599	0,1538	0,1671	3,8851	0,6087	0,6366	0,6072	0,6175
0,9713	0,3756	0,3402	0,3205	0,3454	5,1801	0,6087	0,6301	0,6294	0,6227
1,2303	0,6410	0,6621	0,6454	0,6495	6,4752	0,5957	0,6183	0,5879	0,6007
1,2950	0,6346	0,6454	0,6411	0,6404	7,7702	0,5763	0,6104	0,5456	0,5774
1,6188	0,6281	0,6560	0,6335	0,6392	9,0653	0,5115	0,5659	0,5406	0,5394

Tablo 4.84: $\theta=15^\circ$ için, $H=5\text{cm}$ derinliğinde sıcak su deşarjında ortalama jet merkez eksen yörünge koordinatları (çarpma noktaları işaretlenmiştir).

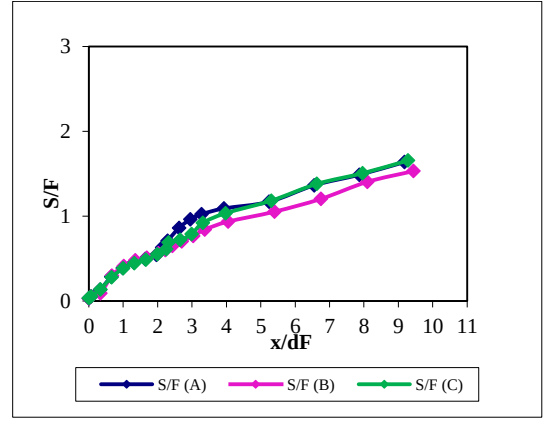
x/dF (A)	y/dF (A)	y/dF (B)	y/dF (C)	Ort y/dF	x/dF (A)	y/dF (A)	y/dF (B)	y/dF (C)	Ort y/dF
0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	1,9894	0,3050	0,3040	0,2975	0,3022
0,0663	0,0000	0,0663	0,0663	0,0442	2,3210	0,2984	0,2975	0,2974	0,2978
0,3316	0,0995	0,0668	0,0664	0,0776	2,6525	0,2984	0,2975	0,2909	0,2956
0,6631	0,1923	0,3174	0,1665	0,2254	3,9788	0,2918	0,2909	0,2776	0,2867
0,8687	0,3249	0,3231	0,2999	0,3160	5,3050	0,2851	0,2842	0,2644	0,2779
0,9947	0,3183	0,3108	0,3107	0,3133	6,6313	0,2719	0,2769	0,2575	0,2688
1,3263	0,3117	0,3107	0,3042	0,3088	7,9576	0,2387	0,2246	0,2312	0,2315
1,6578	0,3050	0,3042	0,3041	0,3044	9,2838	0,2056	0,2113	0,2179	0,2116

4.2.2.5. $\theta=15^\circ$ için Sıcak Su Deşarjında Jet Merkez eksen Boyunca Yatay Seyrelme Değişimi

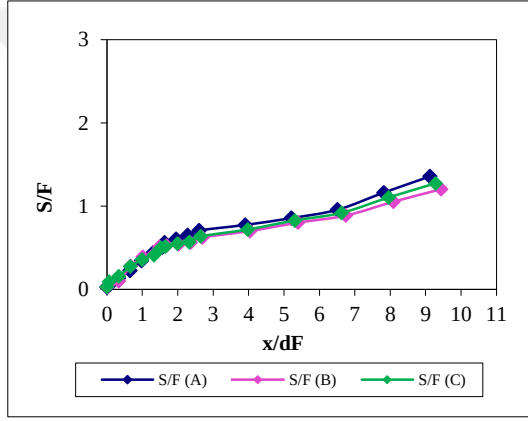
Gerçekleştiren sıcak su deşarjları deliğin açısı $\theta=15^\circ$ için boyutsuz x/dF yatay uzaklığına, H bağlı olarak jet merkezlerindeki yatay seyrelme değişimi Şekil 4.21’de görülmektedir. Aynı zamanda x/dF yatay uzaklığına bağlı olarak jet merkezlerindeki yatay seyrelme değişimi Tablo 4.85 ila 4.89’da sayısal olarak verilmiştir.



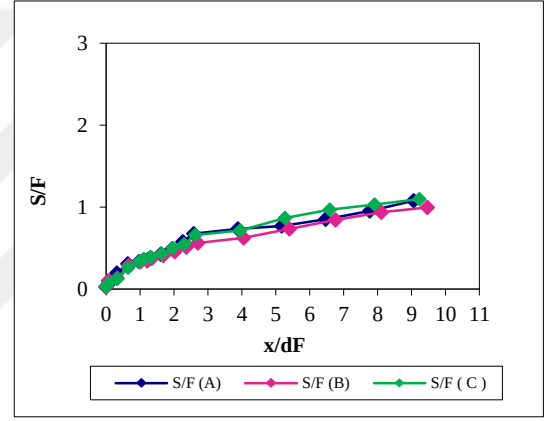
a. H=50cm



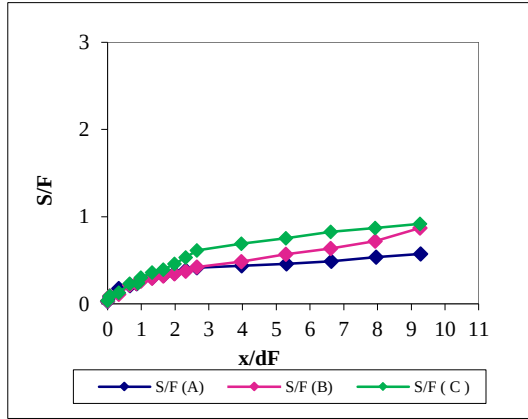
b. H=20cm



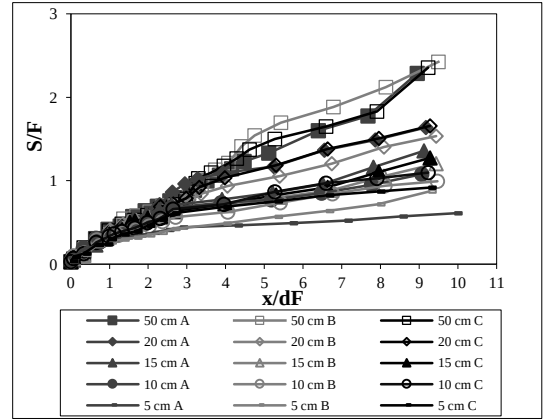
c. H=15cm



d. H=10cm



e. H=5cm



f. H değerlerine göre karşılaştırma

Şekil 4.21: $\theta=15^\circ$ için azalan H değerlerine göre sıcak su deşarjında jet merkez eksenı boyunca yatay seyrelme değışimi.

Tablo 4.85: $\theta=15^\circ$ için, H=50cm derinliğinde sıcak su deşarjı jet merkez eksenı boyunca yatay seyrelme değışimi (çarpma noktaları işaretlenmiştir).

x/dF (A)	S (A)	S/F (A)	x/dF (B)	S (B)	S/F (B)	x/dF (C)	S (C)	S/F (C)
0	0,99	0,0318	0	0,89	0,03	0	0,99	0,0326
0,0639	1,51	0,0482	0,0678	1,30	0,0441	0,0659	2,04	0,0673
0,3197	3,50	0,1118	0,3391	3,33	0,113	0,3296	6,10	0,201
0,6395	9,62	0,3074	0,6781	8,47	0,2873	0,6593	9,09	0,2997
0,9592	13,16	0,4207	1,0172	10,64	0,3607	0,9889	12,20	0,402
1,2789	14,29	0,4568	1,3563	16,13	0,5469	1,3186	14,71	0,4848
1,5987	17,86	0,571	1,6953	17,24	0,5846	1,6482	16,13	0,5317
1,9184	20,00	0,6395	2,0344	18,52	0,6279	1,9779	17,86	0,5886
2,2381	21,74	0,6951	2,3735	20,83	0,7064	2,3075	20,00	0,6593
2,5579	23,81	0,7613	2,7125	22,73	0,7706	2,6371	21,74	0,7166
2,8776	25,00	0,7993	3,0516	25,00	0,8477	2,9668	23,81	0,7849
3,1973	27,78	0,8881	3,3771	27,78	0,9419	3,2305	29,41	0,9695
3,2613	29,41	0,9404	3,3907	29,41	0,9973	3,2964	31,25	1,0301
3,5171	31,25	0,9992	3,7297	33,33	1,1302	3,6261	33,33	1,0988
3,8368	33,33	1,0658	4,0688	35,71	1,211	3,9557	35,71	1,1773
4,1565	35,71	1,1419	4,4079	41,67	1,4128	4,2854	38,46	1,2679
4,4763	38,46	1,2297	4,7469	45,45	1,5412	4,615	41,67	1,3735
5,1157	41,67	1,3322	5,4251	50,00	1,6953	5,2743	45,45	1,4984
6,3947	50,00	1,5987	6,7813	55,56	1,8837	6,5929	50,00	1,6482
7,6736	55,56	1,7763	8,1376	62,50	2,1192	7,9114	55,56	1,8314
8,9525	71,43	2,2838	9,4938	71,43	2,4219	9,23	71,43	2,3546

Tablo 4.86: $\theta=15^\circ$ için, H=20cm derinliğinde sıcak su deşarjı jet merkez eksenı boyunca yatay seyrelme değışimi (çarpma noktaları işaretlenmiştir).

x/dF (A)	S (A)	S/F (A)	x/dF (B)	S (B)	S/F (B)	x/dF (C)	S (C)	S/F (C)
0	0,90	0,0296	0	0,91	0,0305	0	1,00	0,0332
0,0655	1,62	0,0532	0,0674	1,58	0,0534	0,0663	1,64	0,0545
0,3277	4,03	0,1321	0,3372	2,76	0,0932	0,3316	4,13	0,137
0,6554	8,77	0,2875	0,6744	8,93	0,3011	0,6631	8,47	0,281
0,9831	11,90	0,3901	1,0117	12,20	0,4112	0,9947	11,63	0,3855
1,3108	13,89	0,4551	1,3489	14,29	0,4817	1,3263	13,51	0,4481
1,6385	15,15	0,4965	1,6861	15,15	0,5109	1,6578	14,71	0,4876
1,9662	16,67	0,5462	2,0233	16,67	0,562	1,9894	16,67	0,5526
2,1301	19,23	0,6302	2,2256	17,86	0,6022	2,2546	18,52	0,614
2,2939	21,74	0,7124	2,428	19,23	0,6485	2,321	20,83	0,6908
2,6216	26,32	0,8624	2,6977	20,83	0,7025	2,6525	21,74	0,7208
2,9493	29,41	0,9638	3,035	22,73	0,7664	2,9841	23,81	0,7894
3,277	31,25	1,0241	3,3722	25,00	0,843	3,3157	27,78	0,921
3,9324	33,33	1,0923	4,0466	27,78	0,9367	3,9788	31,25	1,0361
5,2432	35,71	1,1704	5,3955	31,25	1,0538	5,305	35,71	1,1842
6,554	41,67	1,3654	6,7444	35,71	1,2043	6,6313	41,67	1,3815
7,8648	45,45	1,4896	8,0932	41,67	1,4051	7,9576	45,45	1,5071
9,1757	50,00	1,6385	9,4421	45,45	1,5328	9,2838	50,00	1,6578

Tablo 4.87: $\theta=15^\circ$ için, $H=15\text{cm}$ derinliğinde sıcak su deşarjı jet merkez eksenı boyunca yatay seyrelme değışimi (çarpma noktaları işaretlenmiştir).

x/dF (A)	S (A)	S/F (A)	x/dF (B)	S (B)	S/F (B)	x/dF (C)	S (C)	S/F (C)
0	0,91	0,0297	0	0,88	0,0297	0	0,99	0,033
0,0651	1,69	0,055	0,0674	2,07	0,07	0,0663	2,86	0,0947
0,3257	4,13	0,1346	0,3372	2,98	0,1004	0,3316	4,76	0,1579
0,6515	7,04	0,2294	0,6744	8,33	0,281	0,6631	8,33	0,2763
0,9772	10,64	0,3465	1,0117	11,63	0,3921	0,9947	10,87	0,3604
1,303	13,51	0,4402	1,3489	12,82	0,4323	1,3263	12,50	0,4145
1,5636	15,63	0,509	1,4838	15,15	0,5109	1,5252	15,15	0,5024
1,6287	17,24	0,5616	1,6861	15,63	0,5269	1,6578	15,63	0,5181
1,9544	18,52	0,6032	2,0233	16,13	0,5439	1,9894	16,67	0,5526
2,2802	20,00	0,6515	2,3605	16,67	0,562	2,321	17,24	0,5717
2,6059	21,74	0,7081	2,6977	18,52	0,6245	2,6525	19,23	0,6376
3,9089	23,81	0,7756	4,0466	20,83	0,7025	3,9788	21,74	0,7208
5,2119	26,32	0,8572	5,3955	23,81	0,8029	5,305	25,00	0,8289
6,5148	29,41	0,9581	6,7444	26,32	0,8874	6,6313	27,78	0,921
7,8178	35,71	1,1634	8,0932	31,25	1,0538	7,9576	33,33	1,1052
9,1207	41,67	1,3573	9,4421	35,71	1,2043	9,2838	38,46	1,2753

Tablo 4.88: $\theta=15^\circ$ için, $H=10\text{cm}$ derinliğinde sıcak su deşarjı jet merkez eksenı boyunca yatay seyrelme değışimi (çarpma noktaları işaretlenmiştir).

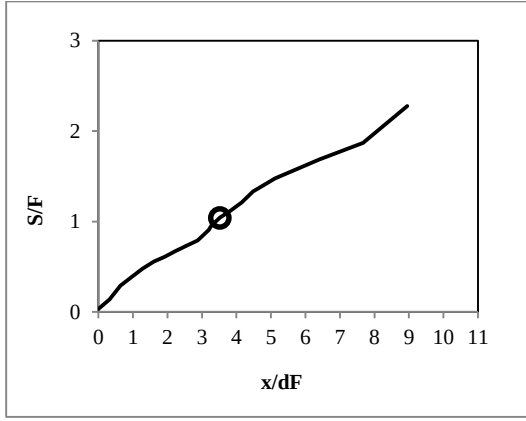
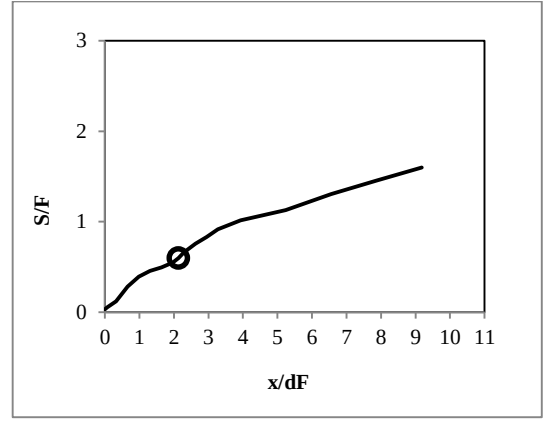
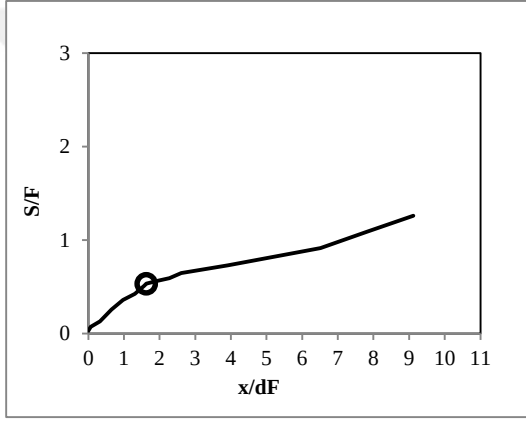
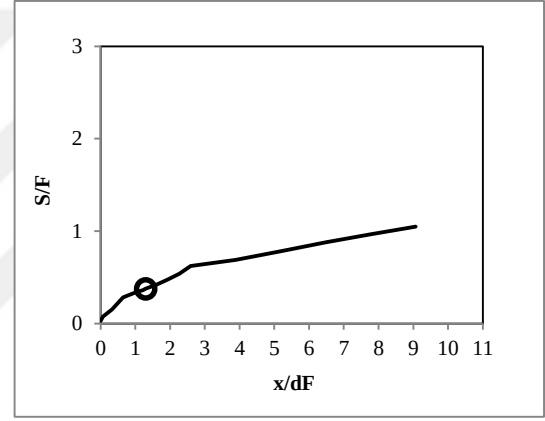
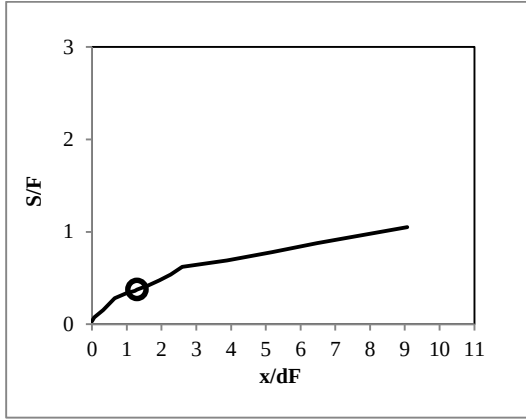
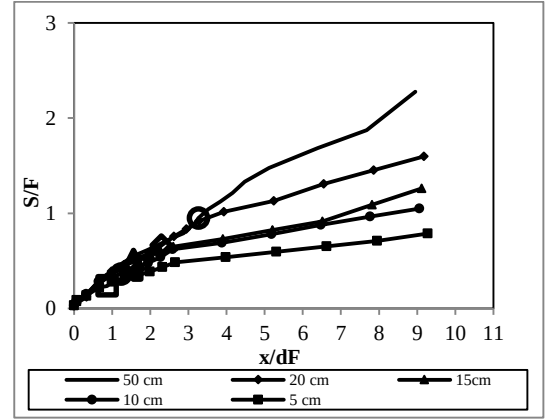
x/dF (A)	S (A)	S/F (A)	x/dF (B)	S (B)	S/F (B)	x/dF (C)	S (C)	S/F (C)
0	0,92	0,0298	0	0,88	0,0299	0	1,01	0,0332
0,0648	1,75	0,0568	0,0676	3,03	0,1025	0,0659	2,11	0,0695
0,3238	6,10	0,1974	0,3381	4,00	0,1353	0,3296	3,82	0,1258
0,6475	9,62	0,3113	0,6763	8,62	0,2915	0,6593	7,94	0,2616
0,9713	10,42	0,3372	1,0144	9,80	0,3315	0,9889	10,20	0,3364
1,2303	11,11	0,3597	1,2241	10,20	0,345	1,1208	11,11	0,3663
1,295	11,63	0,3765	1,3526	11,11	0,3757	1,3186	11,90	0,3924
1,6188	13,16	0,426	1,6907	12,20	0,4124	1,6482	13,16	0,4337
1,9426	15,15	0,4905	2,0289	13,51	0,457	1,9779	15,15	0,4995
2,2663	17,86	0,5781	2,367	15,15	0,5123	2,3075	16,67	0,5494
2,5901	20,83	0,6745	2,7052	16,67	0,5636	2,6371	20,00	0,6593
3,8851	22,73	0,7358	4,0577	18,52	0,6262	3,9557	21,74	0,7166
5,1801	23,81	0,7709	5,4103	21,74	0,7351	5,2743	26,32	0,8675
6,4752	26,32	0,852	6,7629	25,00	0,8454	6,5929	29,41	0,9695
7,7702	29,41	0,9522	8,1155	27,78	0,9393	7,9114	31,25	1,0301
9,0653	33,33	1,0792	9,468	29,41	0,9945	9,23	33,33	1,0988

Tablo 4.89: $\theta=15^\circ$ için, $H=5\text{cm}$ derinliğinde sıcak su deşarjı jet merkez eksenı boyunca yatay seyrelme değışimi (çarpma noktaları işaretlenmiştir).

x/dF (A)	S (A)	S/F (A)	x/dF (B)	S (B)	S/F (B)	x/dF (C)	S (C)	S/F (C)
0	0,93	0,0309	0	1,00	0,0331	0	1,06	0,0351
0,0663	2,48	0,0821	0,0661	2,75	0,0908	0,0661	2,75	0,0908
0,3316	5,32	0,1764	0,3306	3,36	0,1109	0,3306	3,88	0,1281
0,6631	6,33	0,2099	0,6612	6,58	0,2175	0,6612	7,04	0,2328
0,8687	6,94	0,2303	0,8596	7,14	0,2361	0,9059	7,25	0,2396
0,9947	8,20	0,2718	0,9918	7,94	0,2624	0,9918	9,09	0,3006
1,3263	9,09	0,3014	1,3224	8,93	0,2952	1,3224	10,87	0,3594
1,6578	9,80	0,3251	1,653	9,62	0,3179	1,653	11,90	0,3936
1,9894	10,64	0,3527	1,9836	10,42	0,3444	1,9836	13,89	0,4592
2,321	11,63	0,3855	2,3142	11,36	0,3757	2,3142	16,13	0,5332
2,6525	12,50	0,4145	2,6449	12,82	0,4239	2,6449	18,52	0,6122
3,9788	13,16	0,4363	3,9673	14,71	0,4862	3,9673	20,83	0,6888
5,305	13,89	0,4605	5,2897	17,24	0,57	5,2897	22,73	0,7514
6,6313	14,71	0,4876	6,6121	19,23	0,6358	6,6121	25,00	0,8265
7,9576	16,13	0,5348	7,9346	21,74	0,7187	7,9346	26,32	0,87
9,2838	17,24	0,5717	9,257	26,32	0,87	9,257	27,78	0,9184

4.2.2.6. $\theta=15^\circ$ için Sıcak Su Deşarjında Jet Merkez eksenı Boyunca Ortalama Yatay Seyrelme Değişimi

Gerçekleştiren sıcak su deşarjlarının deliğın açısı $\theta=15^\circ$ için x/dF yatay uzaklığına, H değerlerine bağılı olarak jet merkezlerindeki ortalama yatay seyrelme değışimleri Şekil 4.22’de görölmektedir. Yatay seyrelme değışimlerinin veri setleri Tablo 4.90 ila 4.94 ’te sayısal olarak verilmiştir. Şekil 4.22’den de göröleceğı üzere, derinliğın sığlaşması ile birlikte, çarpma noktası öncesinde ve sonrasında derinlik azaldıkça jet merkez eksenindeki yatay seyrelme değeri de en serbest hale ($H=50\text{cm}$) göre ve daha derindeki deneysel sonuçlara göre daha küçük değeri almaktadırlar. Sığlaşmanın sadece çarpma noktasında değıl çarpma öncesinde ve sonrasında jet içi ve yoğunluk akıntısı içi yatay seyrilmeleri küçük değeri doğru kaydırđı belirlenmiştir.

a. $H=50\text{cm}$ b. $H=20\text{cm}$ c. $H=15\text{cm}$ d. $H=10\text{cm}$ e. $H=5\text{cm}$ f. H değerlerine göre karşılaştırma

Şekil 4.22: $\theta=15^\circ$ için azalan H değerlerine göre sıcak su deşarjında jet merkez eksenini boyunca ortalama yatay seyrelme değişimi (çarpma noktaları işaretlenmiştir).

Tablo 4.90: $\theta=15^\circ$ için, H=50cm derinliğinde sıcak su deşarjı jet merkez eksenini boyunca ortalama yatay seyrelme değişimi (çarpma noktaları işaretlenmiştir).

x/dF (A)	S/F (A)	S/F (B)	S/F (C)	Ort S/F	x/dF (A)	S/F (A)	S/F (B)	S/F (C)	Ort S/F
0,0000	0,0318	0,0300	0,0326	0,0315	3,1973	0,8881	0,8898	0,9463	0,9081
0,0639	0,0482	0,0433	0,0662	0,0526	3,2613	0,9404	0,9083	0,9978	0,9489
0,3197	0,1118	0,1081	0,1960	0,1386	3,5171	0,9992	1,0468	1,0761	1,0407
0,6395	0,3074	0,2675	0,2937	0,2895	3,8368	1,0658	1,1557	1,1490	1,1235
0,9592	0,4207	0,3482	0,3928	0,3872	4,1565	1,1419	1,2632	1,2325	1,2125
1,2789	0,4568	0,5044	0,4748	0,4787	4,4763	1,2297	1,4387	1,3290	1,3325
1,5987	0,5710	0,5738	0,5246	0,5565	5,1157	1,3322	1,6250	1,4683	1,4752
1,9184	0,6395	0,6131	0,5784	0,6103	6,3947	1,5987	1,8300	1,6257	1,6848
2,2381	0,6951	0,6751	0,6472	0,6725	7,6736	1,7763	2,0386	1,7983	1,8711
2,5579	0,7613	0,7413	0,7028	0,7351	8,9525	2,2838	2,3011	2,2445	2,2765
2,8776	0,7993	0,8081	0,7664	0,7913	-	-	-	-	-

Tablo 4.91: $\theta=15^\circ$ için, H=20cm derinliğinde sıcak su deşarjı jet merkez eksenini boyunca ortalama yatay seyrelme değişimi (çarpma noktaları işaretlenmiştir).

x/dF (A)	S/F (A)	S/F (B)	S/F (C)	Ort S/F	x/dF (A)	S/F (A)	S/F (B)	S/F (C)	Ort S/F
0,0000	0,0296	0,0305	0,0332	0,0311	2,2939	0,7124	0,6178	0,6595	0,6632
0,0655	0,0532	0,0527	0,0543	0,0534	2,6216	0,8624	0,6873	0,7180	0,7559
0,3277	0,1321	0,0918	0,1358	0,1199	2,9493	0,9638	0,7502	0,7822	0,8321
0,6554	0,2875	0,2894	0,2776	0,2848	3,2770	1,0241	0,8214	0,9057	0,9171
0,9831	0,3901	0,4019	0,3819	0,3913	3,9324	1,0923	0,9209	1,0281	1,0138
1,3108	0,4551	0,4738	0,4451	0,4580	5,2432	1,1704	1,0406	1,1773	1,1294
1,6385	0,4965	0,5068	0,4853	0,4962	6,5540	1,3654	1,1831	1,3700	1,3062
1,9662	0,5462	0,5534	0,5481	0,5492	7,8648	1,4896	1,3711	1,4983	1,4530
2,1301	0,6302	0,5832	0,5852	0,5995	9,1757	1,6385	1,5076	1,6455	1,5972

Tablo 4.92: $\theta=15^\circ$ için, H=15cm derinliğinde sıcak su deşarjı jet merkez eksenini boyunca ortalama yatay seyrelme değişimi (çarpma noktaları işaretlenmiştir).

x/dF (A)	S/F (A)	S/F (B)	S/F (C)	Ort S/F	x/dF (A)	S/F (A)	S/F (B)	S/F (C)	Ort S/F
0,0000	0,0297	0,0297	0,0330	0,0308	1,9544	0,6032	0,5404	0,5490	0,5642
0,0651	0,0550	0,0686	0,0936	0,0724	2,2802	0,6515	0,5577	0,5693	0,5928
0,3257	0,1346	0,0991	0,1565	0,1301	2,6059	0,7081	0,6075	0,6284	0,6480
0,6515	0,2294	0,2687	0,2721	0,2568	3,9089	0,7756	0,6946	0,7164	0,7289
0,9772	0,3465	0,3808	0,3560	0,3611	5,2119	0,8572	0,7892	0,8213	0,8226
1,3030	0,4402	0,4269	0,4107	0,4259	6,5148	0,9581	0,8730	0,9129	0,9147
1,5636	0,5090	0,5172	0,5069	0,5110	7,8178	1,1634	1,0198	1,0858	1,0897
1,6287	0,5616	0,5224	0,5146	0,5329	9,1207	1,3573	1,1685	1,2543	1,2600

Tablo 4.93: $\theta=15^\circ$ için, H=10cm derinliğinde sıcak su deşarjı jet merkez eksenı boyunca ortalama yatay seyrelme değışimi (çarpma noktaları işaretlenmiştir).

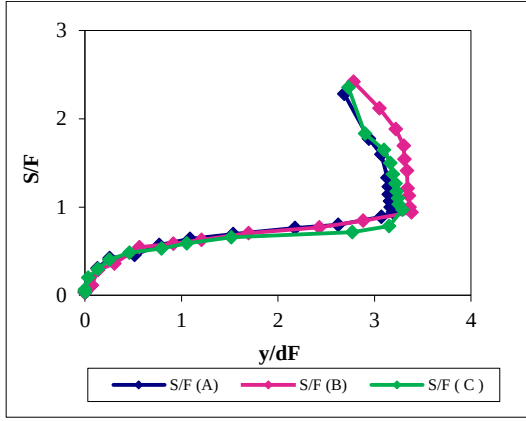
x/dF (A)	S/F (A)	S/F (B)	S/F (C)	Ort S/F	x/dF (A)	S/F (A)	S/F (B)	S/F (C)	Ort S/F
0,0000	0,0298	0,0299	0,0332	0,0309	1,9426	0,4905	0,4456	0,4924	0,4762
0,0648	0,0568	0,0994	0,0689	0,0750	2,2663	0,5781	0,4958	0,5432	0,5391
0,3238	0,1974	0,1335	0,1246	0,1518	2,5901	0,6745	0,5461	0,6436	0,6214
0,6475	0,3113	0,2782	0,2568	0,2821	3,8851	0,7358	0,6182	0,7135	0,6892
0,9713	0,3372	0,3264	0,3324	0,3320	5,1801	0,7709	0,7166	0,8567	0,7814
1,2303	0,3597	0,3465	0,3808	0,3623	6,4752	0,8520	0,8219	0,9604	0,8781
1,2950	0,3765	0,3620	0,3893	0,3759	7,7702	0,9522	0,9153	1,0236	0,9637
1,6188	0,4260	0,4046	0,4301	0,4202	9,0653	1,0792	0,9781	1,0902	1,0492

Tablo 4.94: $\theta=15^\circ$ için, H=5cm derinliğinde sıcak su deşarjı jet merkez eksenı boyunca ortalama yatay seyrelme değışimi.

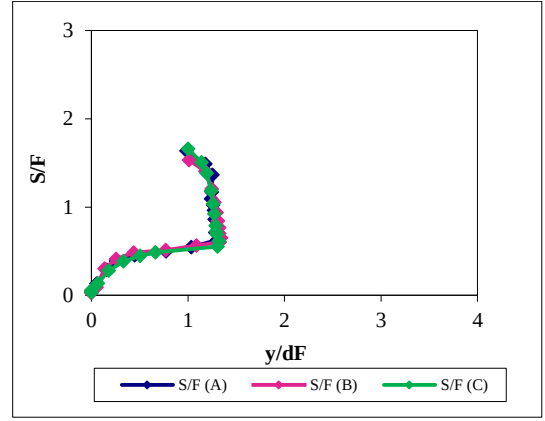
x/dF (A)	S/F (A)	S/F (B)	S/F (C)	Ort S/F	x/dF (A)	S/F (A)	S/F (B)	S/F (C)	Ort S/F
0,0000	0,0309	0,0331	0,0351	0,0330	1,9894	0,3527	0,3449	0,4605	0,3860
0,0663	0,0821	0,0908	0,0909	0,0879	2,3210	0,3855	0,3767	0,5348	0,4323
0,3316	0,1764	0,1113	0,1284	0,1387	2,6525	0,4145	0,4242	0,6127	0,4838
0,6631	0,2099	0,2177	0,2329	0,2201	3,9788	0,4363	0,4869	0,6893	0,5375
0,8687	0,2303	0,2380	0,2385	0,2356	5,3050	0,4605	0,5708	0,7523	0,5945
0,9947	0,2718	0,2627	0,3011	0,2785	6,6313	0,4876	0,6370	0,8271	0,6506
1,3263	0,3014	0,2954	0,3598	0,3189	7,9576	0,5348	0,7213	0,8709	0,7090
1,6578	0,3251	0,3183	0,3945	0,3460	9,2838	0,5717	0,8731	0,9193	0,7880

4.2.2.7. $\theta=15^\circ$ için Sıcak Su Deşarjında Jet Merkez eksenı Boyunca Düşey Seyrelme Değışimi

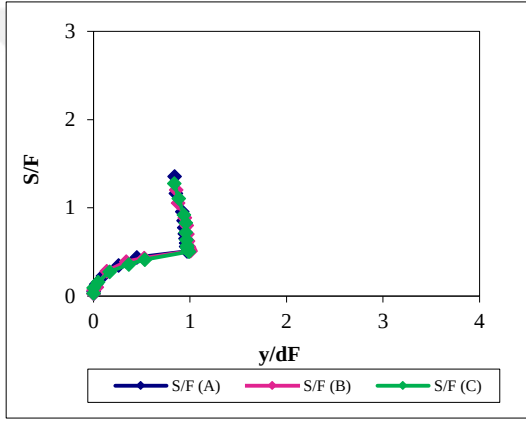
Gerçekleştiren sıcak su deşarjları deliğın açısı $\theta=15^\circ$ için boyutsuz y/dF düşey uzaklığına, H bağılı olarak jet merkezlerindeki düşey seyrelme değışimi Şekil 4.23'te görölmektedir aynı zamanda y/dF düşey uzaklığına bağılı olarak jet merkezlerindeki düşey seyrelme değışimi Tablo 4.95 ila 4.99'da sayısal olarak verilmiştir.



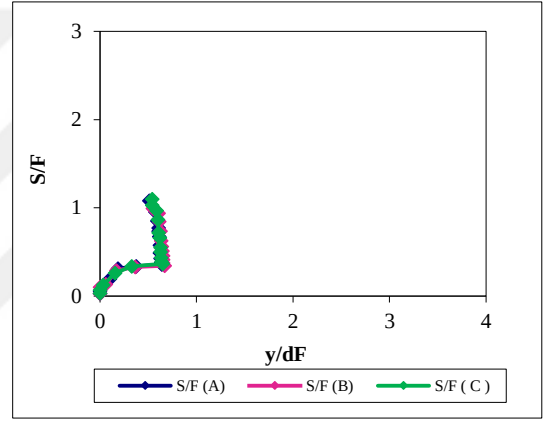
a. H=50cm



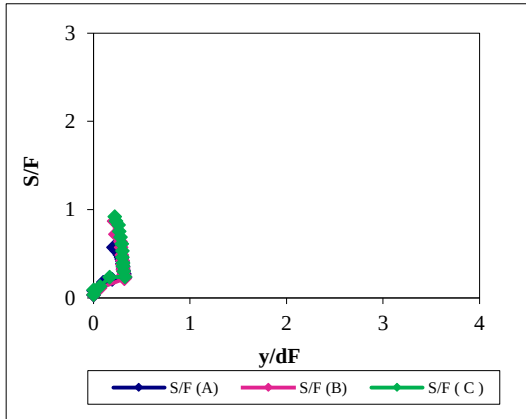
b. H=20cm



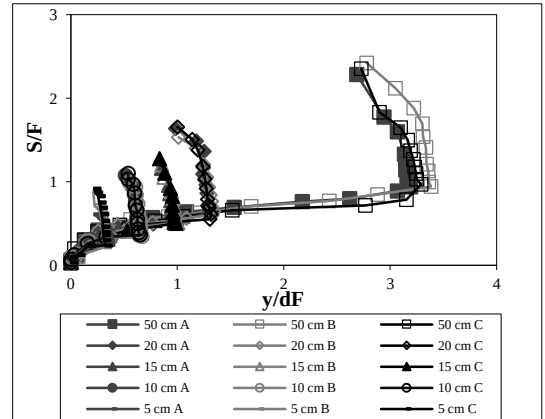
c. H=15cm



d. H=10cm



e. H=5cm



f. H değerlerine göre karşılaştırma

Şekil 4.23: $\theta=15^\circ$ için azalan H değerine bağlı olarak sıcak su deşarjı jet merkez eksenı boyunca düşey seyrelme değişimi.

Tablo 4.95: $\theta=15^\circ$ için, H=50cm derinliğinde sıcak su deşarjı jet merkez eksenı boyunca düşey seyrelme değışimi (çarpma noktaları işaretlenmiştir).

y/dF (A)	S (A)	S/F (A)	y/dF (B)	S (B)	S/F (B)	y/dF (C)	S (C)	S/F (C)
0,0000	0,99	0,0318	0,0000	0,88	0,0300	0,0000	0,99	0,0326
0,0000	1,51	0,0482	0,0000	1,30	0,0441	0,0000	2,04	0,0673
0,0639	3,50	0,1118	0,0678	3,33	0,1130	0,0330	6,10	0,2010
0,1279	9,62	0,3074	0,1356	8,47	0,2873	0,1319	9,09	0,2997
0,2558	13,16	0,4207	0,3052	10,64	0,3607	0,2505	12,20	0,4020
0,5116	14,29	0,4568	0,5628	16,13	0,5469	0,4615	14,71	0,4848
0,7674	17,86	0,5710	0,9155	17,24	0,5846	0,7911	16,13	0,5317
1,0871	20,00	0,6395	1,2071	18,52	0,6279	1,0549	17,86	0,5886
1,5347	21,74	0,6951	1,6953	20,83	0,7064	1,5164	20,00	0,6593
2,1742	23,81	0,7613	2,4277	22,73	0,7706	2,7690	21,74	0,7166
2,6218	25,00	0,7993	2,8821	25,00	0,8477	3,1514	23,81	0,7849
3,0694	27,78	0,8881	3,3839	27,78	0,9419	3,2898	29,41	0,9695
3,1909	29,41	0,9404	3,3635	29,41	0,9973	3,2503	31,25	1,0301
3,1654	31,25	0,9992	3,3568	33,33	1,1302	3,2437	33,33	1,0988
3,1590	33,33	1,0658	3,3432	35,71	1,2110	3,2305	35,71	1,1773
3,1462	35,71	1,1419	3,3364	41,67	1,4128	3,2173	38,46	1,2679
3,1462	38,46	1,2297	3,3093	45,45	1,5412	3,1909	41,67	1,3735
3,1334	41,67	1,3322	3,3025	50,00	1,6953	3,1646	45,45	1,4984
3,0694	50,00	1,5987	3,2211	55,56	1,8837	3,0986	50,00	1,6482
2,9415	55,56	1,7763	3,0516	62,50	2,1192	2,9009	55,56	1,8314
2,6858	71,43	2,2838	2,7803	71,43	2,4219	2,7294	71,43	2,3546

Tablo 4.96: $\theta=15^\circ$ için, H=20cm derinliğinde sıcak su deşarjı jet merkez eksenı boyunca düşey seyrelme değışimi (çarpma noktaları işaretlenmiştir).

y/dF (A)	S (A)	S/F (A)	y/dF (B)	S (B)	S/F (B)	y/dF (C)	S (C)	S/F (C)
0	0,9	0,0296	0	0,91	0,0305	0	1	0,0332
0	1,62	0,0532	0	1,58	0,0534	0	1,64	0,0545
0,0524	4,03	0,1321	0,054	2,76	0,0932	0,0663	4,13	0,137
0,1573	8,77	0,2875	0,1349	8,93	0,3011	0,179	8,47	0,281
0,2556	11,9	0,3901	0,2563	12,2	0,4112	0,3316	11,63	0,3855
0,4457	13,89	0,4551	0,4384	14,29	0,4817	0,504	13,51	0,4481
0,7734	15,15	0,4965	0,7689	15,15	0,5109	0,6631	14,71	0,4876
1,0355	16,67	0,5462	1,0858	16,67	0,562	1,3064	16,67	0,5526
1,3043	19,23	0,6302	1,3286	17,86	0,6022	1,3196	18,52	0,614
1,2846	21,74	0,7124	1,3421	19,23	0,6485	1,2997	20,83	0,6908
1,278	26,32	0,8624	1,3219	20,83	0,7025	1,2931	21,74	0,7208
1,2715	29,41	0,9638	1,3219	22,73	0,7664	1,2865	23,81	0,7894
1,2584	31,25	1,0241	1,3084	25	0,843	1,2732	27,78	0,921
1,2387	33,33	1,0923	1,2949	27,78	0,9367	1,2599	31,25	1,0361
1,2453	35,71	1,1704	1,2747	31,25	1,0538	1,2401	35,71	1,1842
1,2518	41,67	1,3654	1,2477	35,71	1,2043	1,1936	41,67	1,3815
1,1797	45,45	1,4896	1,1803	41,67	1,4051	1,1406	45,45	1,5071
0,9831	50	1,6385	1,0117	45,45	1,5328	1,0013	50	1,6578

Tablo 4.97: $\theta=15^\circ$ için, H=15cm derinliğinde sıcak su deşarjı jet merkez eksenı boyunca düşey seyrelme değışimi (çarpma noktaları işaretlenmiştir).

y/dF (A)	S (A)	S/F (A)	y/dF (B)	S (B)	S/F (B)	y/dF (C)	S (C)	S/F (C)
0	0,91	0,0297	0	0,88	0,0297	0	0,99	0,033
0	1,69	0,055	0	2,07	0,07	0	2,86	0,0947
0,0261	4,13	0,1346	0,0337	2,98	0,1004	0,0464	4,76	0,1579
0,0977	7,04	0,2294	0,1349	8,33	0,281	0,1658	8,33	0,2763
0,2606	10,64	0,3465	0,3372	11,63	0,3921	0,3647	10,87	0,3604
0,4495	13,51	0,4402	0,5261	12,82	0,4323	0,5305	12,5	0,4145
0,9707	15,63	0,509	1,0049	15,15	0,5109	0,9881	15,15	0,5024
0,9577	17,24	0,5616	0,9982	15,63	0,5269	0,9748	15,63	0,5181
0,9577	18,52	0,6032	0,9914	16,13	0,5439	0,9682	16,67	0,5526
0,9512	20	0,6515	0,9847	16,67	0,562	0,9682	17,24	0,5717
0,9446	21,74	0,7081	0,9779	18,52	0,6245	0,9615	19,23	0,6376
0,9381	23,81	0,7756	0,9712	20,83	0,7025	0,9549	21,74	0,7208
0,9316	26,32	0,8572	0,9644	23,81	0,8029	0,9549	25	0,8289
0,9186	29,41	0,9581	0,9442	26,32	0,8874	0,935	27,78	0,921
0,8534	35,71	1,1634	0,8768	31,25	1,0538	0,882	33,33	1,1052
0,8404	41,67	1,3573	0,8565	35,71	1,2043	0,8355	38,46	1,2753

Tablo 4.98: $\theta=15^\circ$ için, H=10cm derinliğinde sıcak su deşarjı jet merkez eksenı boyunca düşey seyrelme değışimi (çarpma noktaları işaretlenmiştir).

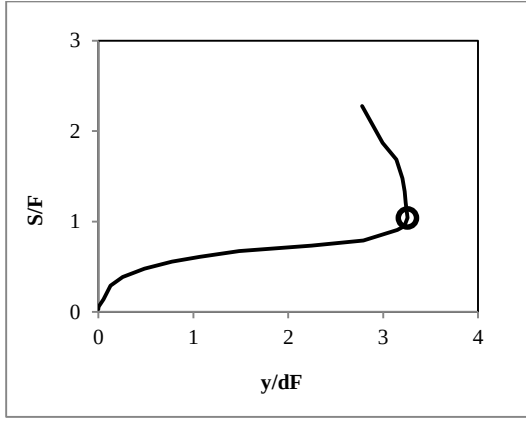
y/dF (A)	S (A)	S/F (A)	y/dF (B)	S (B)	S/F (B)	y/dF (C)	S (C)	S/F (C)
0	0,92	0,0298	0	0,88	0,0299	0	1,01	0,0332
0	1,75	0,0568	0	3,03	0,1025	0	2,11	0,0695
0,1036	6,1	0,1974	0,0609	4	0,1353	0,033	3,82	0,1258
0,1878	9,62	0,3113	0,1691	8,62	0,2915	0,1582	7,94	0,2616
0,3756	10,42	0,3372	0,3652	9,8	0,3315	0,3296	10,2	0,3364
0,641	11,11	0,3597	0,6695	10,2	0,345	0,6527	11,11	0,3663
0,6346	11,63	0,3765	0,656	11,11	0,3757	0,6395	11,9	0,3924
0,6281	13,16	0,426	0,656	12,2	0,4124	0,6329	13,16	0,4337
0,6216	15,15	0,4905	0,656	13,51	0,457	0,6263	15,15	0,4995
0,6216	17,86	0,5781	0,6492	15,15	0,5123	0,6263	16,67	0,5494
0,6151	20,83	0,6745	0,6425	16,67	0,5636	0,6197	20	0,6593
0,6087	22,73	0,7358	0,6357	18,52	0,6262	0,6065	21,74	0,7166
0,6087	23,81	0,7709	0,6289	21,74	0,7351	0,6	26,32	0,8675
0,5957	26,32	0,852	0,6154	25	0,8454	0,5868	29,41	0,9695
0,5763	29,41	0,9522	0,6087	27,78	0,9393	0,5406	31,25	1,0301
0,5115	33,33	1,0792	0,5478	29,41	0,9945	0,5406	33,33	1,0988

Tablo 4.99: $\theta=15^\circ$ için, $H=5\text{cm}$ derinliğinde sıcak su deşarjı jet merkez eksenı boyunca düşey seyrelme değışimi (çarpma noktaları işaretlenmiştir).

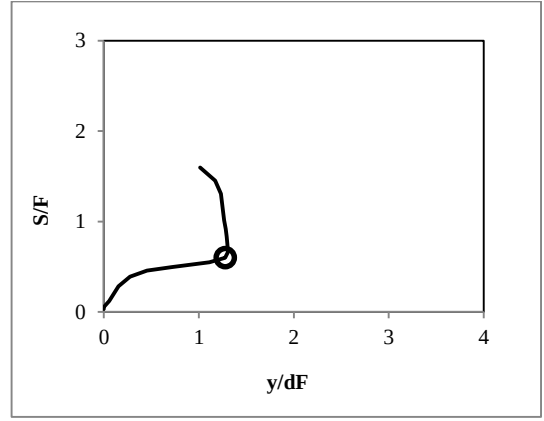
y/dF (A)	S (A)	S/F (A)	y/dF (B)	S (B)	S/F (B)	y/dF (C)	S (C)	S/F (C)
0	0,93	0,0309	0	1	0,0331	0	1,06	0,0351
0	2,48	0,0821	0,0331	2,75	0,0908	0	2,75	0,0908
0,0995	5,32	0,1764	0,0661	3,36	0,1109	0,0661	3,88	0,1281
0,1923	6,33	0,2099	0,3174	6,58	0,2175	0,1653	7,04	0,2328
0,3249	6,94	0,2303	0,324	7,14	0,2361	0,324	7,25	0,2396
0,3183	8,2	0,2718	0,3108	7,94	0,2624	0,3108	9,09	0,3006
0,3117	9,09	0,3014	0,3108	8,93	0,2952	0,3042	10,87	0,3594
0,305	9,8	0,3251	0,3042	9,62	0,3179	0,3042	11,9	0,3936
0,305	10,64	0,3527	0,3042	10,42	0,3444	0,2975	13,89	0,4592
0,2984	11,63	0,3855	0,2975	11,36	0,3757	0,2975	16,13	0,5332
0,2984	12,5	0,4145	0,2975	12,82	0,4239	0,2909	18,52	0,6122
0,2918	13,16	0,4363	0,2909	14,71	0,4862	0,2777	20,83	0,6888
0,2851	13,89	0,4605	0,2843	17,24	0,57	0,2645	22,73	0,7514
0,2719	14,71	0,4876	0,2777	19,23	0,6358	0,2579	25	0,8265
0,2387	16,13	0,5348	0,2248	21,74	0,7187	0,2314	26,32	0,87
0,2056	17,24	0,5717	0,2116	26,32	0,87	0,2182	27,78	0,9184

4.2.2.8. $\theta=15^\circ$ için Sıcak Su Deşarjında Jet Merkez eksenı Boyunca Ortalama Düşey Seyrelme Değişimi

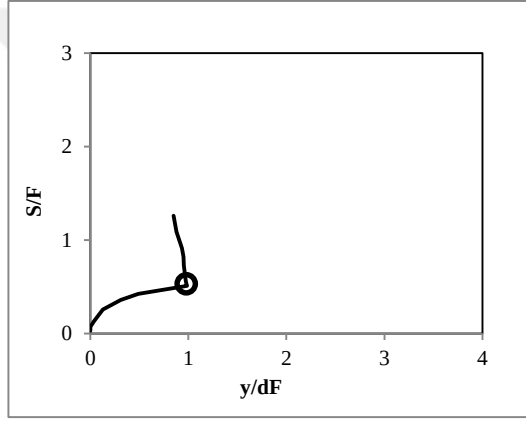
Gerçekleştiren sıcak su deşarjları deliğın açısı $\theta=15^\circ$ için y/dF düşey uzaklığına, H değerlerine bağılı olarak jet merkezlerindeki ortalama düşey seyrelme değışimleri Şekil 4.24'te görölmektedir. Düşey seyrelme değışimlerinin veri setleri Tablo 4.100 ila 4.104'te sayısal olarak verilmiştir. Şekil 4.24'ten de göröleceğı üzere, derinliğın sığlaşması ile birlikte, çarpma noktası öncesinde derinlik azaldıkça jet merkez eksenindeki düşey seyrelme değeri de en serbest hale ($H=50\text{cm}$) göre ve daha derindeki deneysel sonuçlara göre daha küçük değeri almaktadırlar. Sığlaşmanın sadece çarpma noktasında değıl çarpma öncesi jet içi seyrelmeyi küçük değeri kaydırdığı belirlenmiştir.



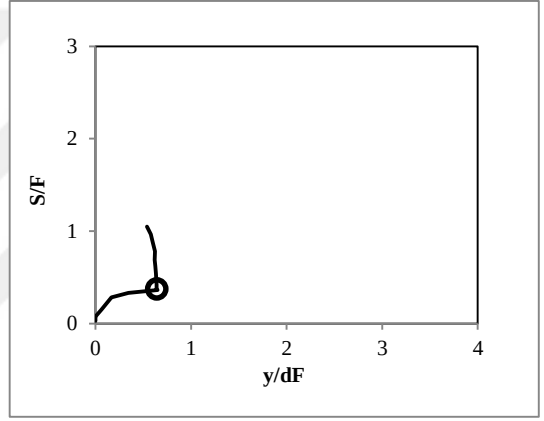
a. H=50cm



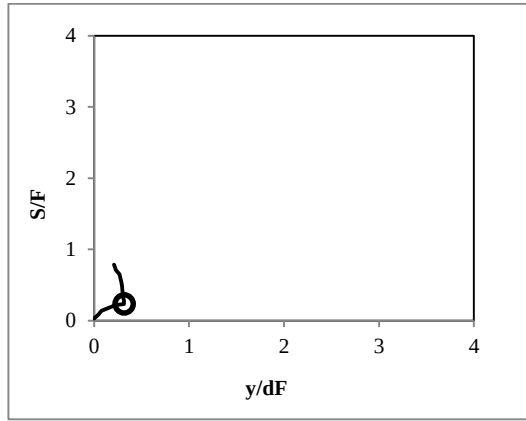
b. H=20cm



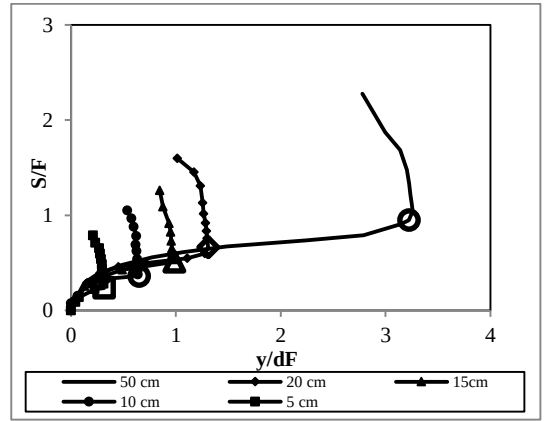
c. H=15cm



d. H=10cm



e. H=5cm



f. H değerlerine göre karşılaştırma

Şekil 4.24: $\theta=15^\circ$ için azalan H değerine bağlı olarak sıcak su deşarjı jet merkez eksenı boyunca ortalama düşey seyrelme değışimleri. (çarpma noktaları işaretlenmiştir).

Tablo 4.100: $\theta=15^\circ$ için, H=50cm derinliğinde sıcak su deşarjı jet merkez eksenı boyunca ortalama ortalama düşey seyrelme değışimleri (çarpma noktaları işaretlenmiştir).

y/dF (A)	y/dF (B)	y/dF (C)	y/dF (Ort)	S/F (A)	S/F (B)	S/F (C)	S/F (Ort)
0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0318	0,0300	0,0326	0,0315
0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0482	0,0433	0,0662	0,0526
0,0639	0,0630	0,0317	0,0529	0,1118	0,1081	0,1960	0,1386
0,1279	0,1279	0,1259	0,1272	0,3074	0,2675	0,2937	0,2895
0,2558	0,2762	0,2398	0,2573	0,4207	0,3482	0,3928	0,3872
0,5116	0,5041	0,4361	0,4839	0,4568	0,5044	0,4748	0,4787
0,7674	0,8149	0,7416	0,7746	0,5710	0,5738	0,5246	0,5565
1,0871	1,1073	1,0073	1,0672	0,6395	0,6131	0,5784	0,6103
1,5347	1,5005	1,4192	1,4848	0,6951	0,6751	0,6472	0,6725
2,1742	2,0936	2,4677	2,2452	0,7613	0,7413	0,7028	0,7351
2,6218	2,6489	3,1046	2,7918	0,7993	0,8081	0,7664	0,7913
3,0694	3,1067	3,2724	3,1495	0,8881	0,8898	0,9463	0,9081
3,1909	3,2053	3,2714	3,2225	0,9404	0,9083	0,9978	0,9489
3,1654	3,3610	3,2459	3,2574	0,9992	1,0468	1,0761	1,0407
3,1590	3,3525	3,2353	3,2489	1,0658	1,1557	1,1490	1,1235
3,1462	3,3414	3,2225	3,2367	1,1419	1,2632	1,2325	1,2125
3,1462	3,3309	3,2020	3,2264	1,2297	1,4387	1,3290	1,3325
3,1334	3,3056	3,1709	3,2033	1,3322	1,6250	1,4683	1,4752
3,0694	3,2443	3,1086	3,1408	1,5987	1,8300	1,6257	1,6848
2,9415	3,1096	2,9365	2,9959	1,7763	2,0386	1,7983	1,8711
2,6858	2,8886	2,7655	2,7800	2,2838	2,3011	2,2445	2,2765

Tablo 4.101: $\theta=15^\circ$ için, H=20cm derinliğinde sıcak su deşarjı jet merkez eksenı boyunca ortalama ortalama düşey seyrelme değışimleri (çarpma noktaları işaretlenmiştir).

y/dF (A)	y/dF (B)	y/dF (C)	y/dF (Ort)	S/F (A)	S/F (B)	S/F (C)	S/F (Ort)
0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0296	0,0305	0,0332	0,0311
0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0532	0,0527	0,0543	0,0534
0,0524	0,0521	0,0653	0,0566	0,1321	0,0918	0,1358	0,1199
0,1573	0,1303	0,1764	0,1547	0,2875	0,2894	0,2776	0,2848
0,2556	0,2460	0,3262	0,2759	0,3901	0,4019	0,3819	0,3913
0,4457	0,4178	0,4959	0,4531	0,4551	0,4738	0,4451	0,4580
0,7734	0,7222	0,6539	0,7165	0,4965	0,5068	0,4853	0,4962
1,0355	1,0322	1,2614	1,1097	0,5462	0,5534	0,5481	0,5492
1,3043	1,2139	1,3134	1,2772	0,6302	0,5832	0,5852	0,5995
1,2846	1,3332	1,3078	1,3085	0,7124	0,6178	0,6595	0,6632
1,2780	1,3276	1,2937	1,2998	0,8624	0,6873	0,7180	0,7559
1,2715	1,3219	1,2872	1,2935	0,9638	0,7502	0,7822	0,8321
1,2584	1,3122	1,2748	1,2818	1,0241	0,8214	0,9057	0,9171
1,2387	1,2972	1,2609	1,2656	1,0923	0,9209	1,0281	1,0138
1,2453	1,2770	1,2410	1,2544	1,1704	1,0406	1,1773	1,1294
1,2518	1,2515	1,1963	1,2332	1,3654	1,1831	1,3700	1,3062
1,1797	1,1917	1,1443	1,1719	1,4896	1,3711	1,4983	1,4530
0,9831	1,0450	1,0127	1,0136	1,6385	1,5076	1,6455	1,5972

Tablo 4.102: $\theta=15^\circ$ için, $H=15\text{cm}$ derinliğinde sıcak su deşarjı jet merkez eksenı boyunca ortalama ortalama düşey seyrelme değışimleri (çarpma noktaları işaretlenmiştir).

y/dF (A)	y/dF (B)	y/dF (C)	y/dF (Ort)	S/F (A)	S/F (B)	S/F (C)	S/F (Ort)
0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0297	0,0297	0,0330	0,0308
0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0550	0,0686	0,0936	0,0724
0,0261	0,0323	0,0454	0,0346	0,1346	0,0991	0,1565	0,1301
0,0977	0,1280	0,1616	0,1291	0,2294	0,2687	0,2721	0,2568
0,2606	0,3166	0,3542	0,3105	0,3465	0,3808	0,3560	0,3611
0,4495	0,5004	0,5189	0,4896	0,4402	0,4269	0,4107	0,4259
0,9707	1,0022	0,9842	0,9857	0,5090	0,5172	0,5069	0,5110
0,9577	1,0001	0,9777	0,9785	0,5616	0,5224	0,5146	0,5329
0,9577	0,9928	0,9689	0,9731	0,6032	0,5404	0,5490	0,5642
0,9512	0,9863	0,9682	0,9685	0,6515	0,5577	0,5693	0,5928
0,9446	0,9798	0,9625	0,9623	0,7081	0,6075	0,6284	0,6480
0,9381	0,9719	0,9553	0,9551	0,7756	0,6946	0,7164	0,7289
0,9316	0,9654	0,9549	0,9506	0,8572	0,7892	0,8213	0,8226
0,9186	0,9477	0,9368	0,9343	0,9581	0,8730	0,9129	0,9147
0,8534	0,8905	0,8876	0,8772	1,1634	1,0198	1,0858	1,0897
0,8404	0,8614	0,8413	0,8477	1,3573	1,1685	1,2543	1,2600

Tablo 4.103: $\theta=15^\circ$ için, $H=10\text{cm}$ derinliğinde sıcak su deşarjı jet merkez eksenı boyunca ortalama ortalama düşey seyrelme değışimleri (çarpma noktaları işaretlenmiştir).

y/dF (A)	y/dF (B)	y/dF (C)	y/dF (Ort)	S/F (A)	S/F (B)	S/F (C)	S/F (Ort)
0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0298	0,0299	0,0332	0,0309
0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0568	0,0994	0,0689	0,0750
0,1036	0,0576	0,0322	0,0645	0,1974	0,1335	0,1246	0,1518
0,1878	0,1599	0,1538	0,1671	0,3113	0,2782	0,2568	0,2821
0,3756	0,3402	0,3205	0,3454	0,3372	0,3264	0,3324	0,3320
0,6410	0,6621	0,6454	0,6495	0,3597	0,3465	0,3808	0,3623
0,6346	0,6454	0,6411	0,6404	0,3765	0,3620	0,3893	0,3759
0,6281	0,6560	0,6335	0,6392	0,4260	0,4046	0,4301	0,4202
0,6216	0,6560	0,6270	0,6349	0,4905	0,4456	0,4924	0,4762
0,6216	0,6513	0,6263	0,6331	0,5781	0,4958	0,5432	0,5391
0,6151	0,6448	0,6207	0,6269	0,6745	0,5461	0,6436	0,6214
0,6087	0,6366	0,6072	0,6175	0,7358	0,6182	0,7135	0,6892
0,6087	0,6301	0,6294	0,6227	0,7709	0,7166	0,8567	0,7814
0,5957	0,6183	0,5879	0,6007	0,8520	0,8219	0,9604	0,8781
0,5763	0,6104	0,5456	0,5774	0,9522	0,9153	1,0236	0,9637
0,5115	0,5659	0,5406	0,5394	1,0792	0,9781	1,0902	1,0492

Tablo 4.104: $\theta=15^\circ$ için, $H=5\text{cm}$ derinliğinde sıcak su deşarjı jet merkez eksenı boyunca ortalama ortalama düşey seyrelme değışimleri (çarpma noktaları işaretlenmiştir).

y/dF (A)	y/dF (B)	y/dF (C)	y/dF (Ort)	S/F (A)	S/F (B)	S/F (C)	S/F (Ort)
0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0309	0,0331	0,0351	0,0330
0,0000	0,0663	0,0663	0,0442	0,0821	0,0908	0,0909	0,0879
0,0995	0,0668	0,0664	0,0776	0,1764	0,1113	0,1284	0,1387
0,1923	0,3174	0,1665	0,2254	0,2099	0,2177	0,2329	0,2201
0,3249	0,3231	0,2999	0,3160	0,2303	0,2380	0,2385	0,2356
0,3183	0,3108	0,3107	0,3133	0,2718	0,2627	0,3011	0,2785
0,3117	0,3107	0,3042	0,3088	0,3014	0,2954	0,3598	0,3189
0,3050	0,3042	0,3041	0,3044	0,3251	0,3183	0,3945	0,3460
0,3050	0,3040	0,2975	0,3022	0,3527	0,3449	0,4605	0,3860
0,2984	0,2975	0,2974	0,2978	0,3855	0,3767	0,5348	0,4323
0,2984	0,2975	0,2909	0,2956	0,4145	0,4242	0,6127	0,4838
0,2918	0,2909	0,2776	0,2867	0,4363	0,4869	0,6893	0,5375
0,2851	0,2842	0,2644	0,2779	0,4605	0,5708	0,7523	0,5945
0,2719	0,2769	0,2575	0,2688	0,4876	0,6370	0,8271	0,6506
0,2387	0,2246	0,2312	0,2315	0,5348	0,7213	0,8709	0,7090
0,2056	0,2113	0,2179	0,2116	0,5717	0,8731	0,9193	0,7880

4.3. $\theta=30^\circ$ İLE SICAK SU DEŞARJI

Deşarj deliğinin yukarı yönlendirilmiş yaptığı aç, $\theta=30^\circ$ 'de başlangıç sıcaklık farkı $\Delta T_0=5^\circ\text{C}$ ile gerçekleştiren deneylerin özeti Tablo 4.105'te verilmiştir. $\theta=30^\circ$ için mevcut deney şartlarında laminar akım rejimini oluşmuştur.

Tablo 4.105: $\theta=30^\circ$ ile gerçekleştiren sıcak su deşarjı deneyleri özeti.

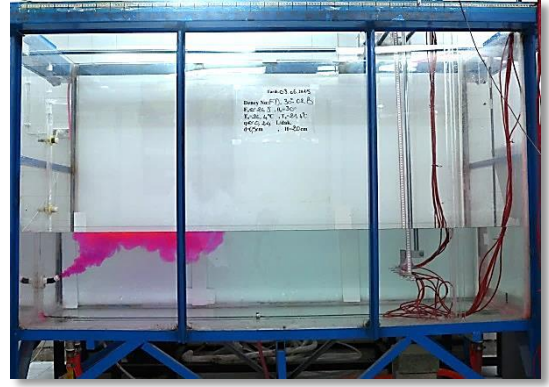
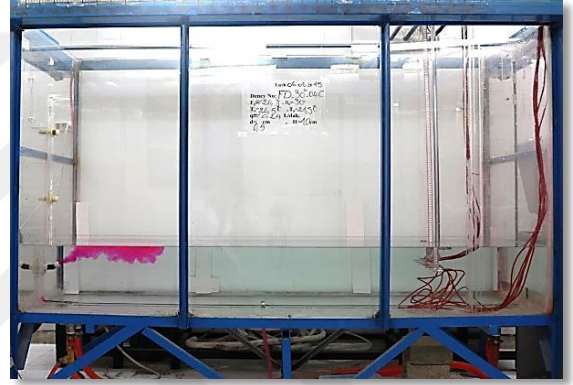
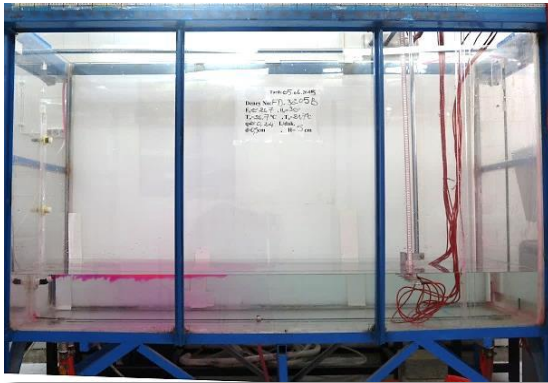
Deney No	T_0 [°C]	T_a [°C]	d [cm]	H [cm]	F	ρ_a [kg/ m ³]	ρ_0 [kg/ m ³]	q [mL/ dak]	u_0 [m/s]	Re	Akım Rejimi
FD-30-01-A	26,6	21,6	0,5	50	26,77	998,175	996,997	240	0,2037	1269	L
FD-30-01-B	26,2	21,2	0,5	50	27,00	998,264	997,105	240	0,2037	1269	L
FD-30-01-C	26,6	21,6	0,5	50	26,77	998,175	996,997	240	0,2037	1269	L
FD-30-02-A	26,6	21,6	0,5	20	26,77	998,175	996,997	240	0,2037	1269	L
FD-30-02-B	26,4	21,4	0,5	20	26,88	998,153	996,970	240	0,2037	1269	L
FD-30-02-C	26,4	21,4	0,5	20	26,88	998,153	996,970	240	0,2037	1269	L
FD-30-03-A	26,7	21,7	0,5	15	26,72	998,153	996,970	240	0,2037	1269	L
FD-30-03-B	26,4	21,4	0,5	15	26,88	998,153	996,970	240	0,2037	1269	L
FD-30-03-C	26,5	21,5	0,5	15	26,83	998,198	997,024	240	0,2037	1269	L
FD-30-04-A	26,5	21,5	0,5	10	26,83	998,198	997,024	240	0,2037	1269	L
FD-30-04-B	26,6	21,6	0,5	10	26,77	998,175	996,997	240	0,2037	1269	L
FD-30-04-C	26,5	21,5	0,5	10	26,83	998,198	997,024	240	0,2037	1269	L
FD-30-05-A	26,2	21,2	0,5	5	27,00	998,264	997,105	240	0,2037	1269	L
FD-30-05-B	26,7	21,7	0,5	5	26,72	998,153	996,970	240	0,2037	1269	L
FD-30-05-C	26,5	21,5	0,5	5	26,83	998,198	997,024	240	0,2037	1269	L

*L: Laminer, T: Türbülanslı.

4.3.1. Jet dış geometrisi

$\theta=30^\circ$ için gerçekleştirilen sıcak su deşarjı deneyleri sırasında Şekil 4.25'te görüldüğü gibi, pozitif yüzen jetler oluştu. Her bir deneyde, çarpma noktasından sonra yoğunluk tabakası oluştu. Tüm deneylerde, jetin alt yüzeyi serbest kaldı, jet ile taban arasında Coanda etkisi oluşmadığından, jetin tabanla birleşmesi gerçekleşmedi. H/dF değeri küçüldükçe, jetin su yüzeyine çarpması daha erken gerçekleşti. Tablo 4.106 ve Şekil 4.26'da görüldüğü üzere, H/dF değeri küçüldükçe x_i/dF değerleri de küçüldü.

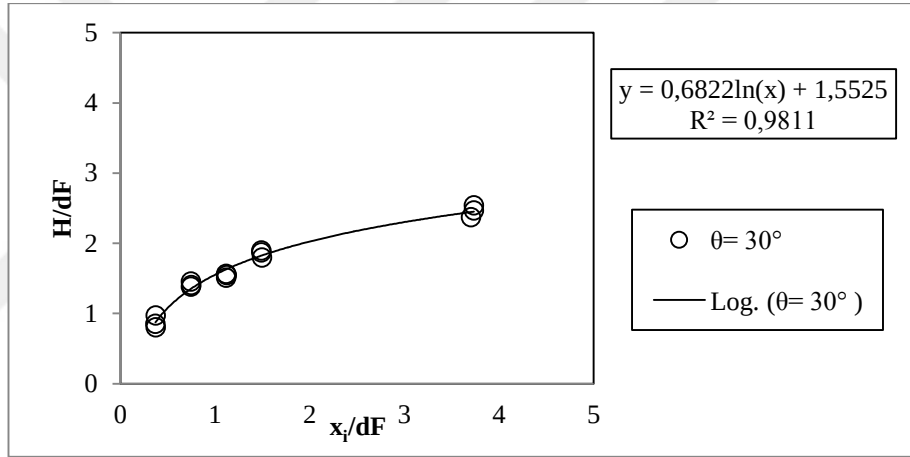


a. $H=50\text{cm}$ b. $H=20\text{cm}$ c. $H=15\text{cm}$ d. $H=10\text{cm}$ e. $H=5\text{cm}$

Şekil 4.25: $\theta=30^\circ$ için azalan H değerlerine göre sıcak su deşarjı jetlerinin boyuna dağılımları.

Tablo 4.106: $\theta=30^\circ$ için jetin su yüzeyine çarpma noktasının yatay uzaklık değerlerinin (x_i/dF), derinlik (H/dF) değerlerine bağlı değişimleri.

Deney No	H/dF	x_i/dF	Deney No	H/dF	x_i/dF
FD-30-01-A	0,3743	0,8010	FD-30-03-C	1,1160	1,5624
FD-30-01-B	0,3704	0,8520	FD-30-04-A	1,4942	1,7930
FD-30-01-C	0,3728	0,9692	FD-30-04-B	1,4880	1,8674
FD-30-02-A	0,7455	1,3793	FD-30-04-C	1,4880	1,8972
FD-30-02-B	0,7471	1,4045	FD-30-05-A	3,7043	2,3708
FD-30-02-C	0,7455	1,4538	FD-30-05-B	3,7354	2,4654
FD-30-03-A	1,1183	1,5060	FD-30-05-C	3,7354	2,5401
FD-30-03-B	1,1229	1,5422	-	-	-

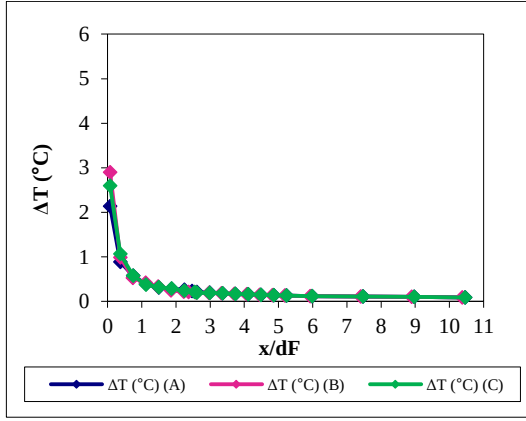
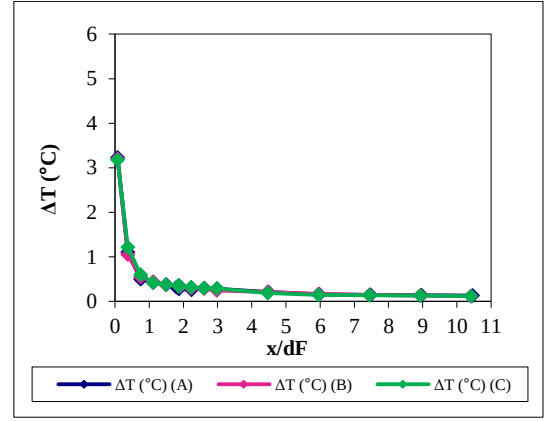
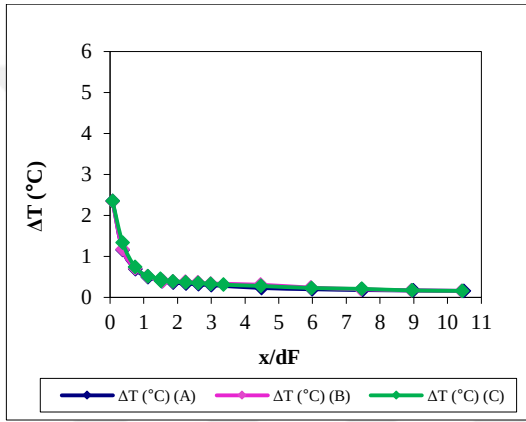
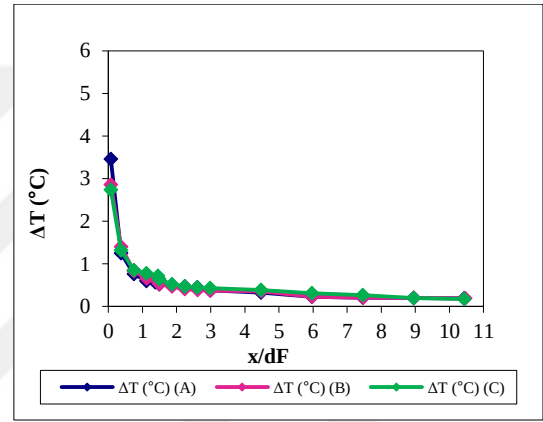
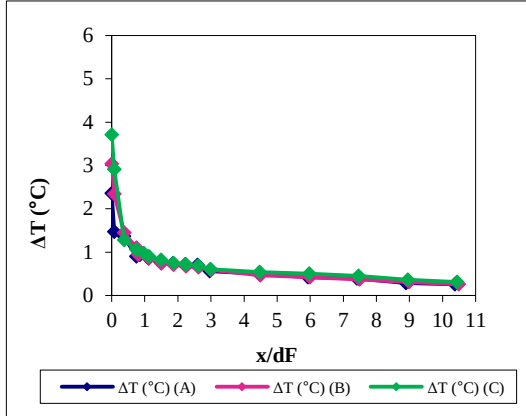
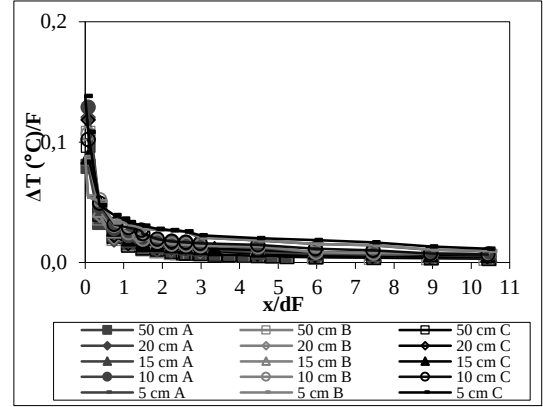


Şekil 4.26: $\theta=30^\circ$ için jetin su yüzeyine çarpma noktasının yatay uzaklık değerlerinin (x_i/dF), derinlik (H/dF) değerlerine bağlı değişimi.

4.3.2. Jet iç geometrisi ve Boyuna Sıcaklık Dağılımları

4.3.2.1. $\theta=30^\circ$ için Sıcak Su Deşarjında Jet Merkez Eksenlerinin Konumları ve Boyuna Sıcaklık Dağılımları

Gerçekleştirilen sıcak su deşarj deneyleri sırasında jet merkez eksenine içerisinde sıcaklık sensörleri konumlandırılması ile elde edilmiş olan jetlerinin merkez eksenine boyuna sıcaklık dağılımları Şekil 4.27 de verilmiştir. Şekil 4.27’den de görüleceği üzere, tüm deneylerde sıcaklık farklarının x/dF eksenindeki değişimleri hızlı bir azalma şeklinde gerçekleşmiştir. Elde edilmiş jetlerinin merkez eksenine boyuna sıcaklık dağılımları aynı zamanda Tablo 4.107 ile Tablo 4.111’de sayısal olarak verilmiştir.

a. $H=50\text{cm}$ b. $H=20\text{cm}$ c. $H=15\text{cm}$ d. $H=10\text{cm}$ e. $H=5\text{cm}$ f. H değerlerine göre karşılaştırma

Şekil 4.27: $\theta=30^\circ$ için azalan H değerlerine göre sıcak su deşarjı jetlerinin merkez eksenleri boyunca yerel sıcaklık farkı dağılımları.

Tablo 4.107: $\theta=30^\circ$ için, H=50cm derinliğinde sıcak su deşarjı jet merkez eksenleri boyuna yerel sıcaklık farkı dağılımları (çarpma noktaları işaretlenmiştir).

x [cm] (A)	x [cm] (B)	x [cm] (C)	x/dF (A)	x/dF (B)	x/dF (C)	ΔT [°C] (A)	ΔT [°C] (B)	ΔT [°C] (C)	$\Delta T/F$ [°C] (A)	$\Delta T/F$ [°C] (B)	$\Delta T/F$ [°C] (C)
1	1	1	0,0747	0,0741	0,0747	2,14	2,9	2,6	0,0799	0,1074	0,0971
5	5	5	0,3735	0,3704	0,3735	0,89	0,99	1,07	0,0332	0,0367	0,0400
10	10	10	0,7471	0,7409	0,7471	0,58	0,53	0,58	0,0217	0,0196	0,0217
15	15	15	1,1206	1,1113	1,1206	0,39	0,42	0,38	0,0146	0,0156	0,0142
20	20	20	1,4942	1,4817	1,4942	0,31	0,33	0,32	0,0116	0,0122	0,0120
25	25	25	1,8677	1,8522	1,8677	0,28	0,25	0,29	0,0105	0,0093	0,0108
30	30	30	2,2413	2,2226	2,2413	0,26	0,22	0,24	0,0097	0,0081	0,0090
33	32	34	2,4654	2,3708	2,5401	0,23	0,21	0,21	0,0086	0,0078	0,0078
35	35	35	2,6148	2,5930	2,6148	0,21	0,2	0,2	0,0078	0,0074	0,0075
40	40	40	2,9884	2,9635	2,9884	0,2	0,19	0,19	0,0075	0,0070	0,0071
45	45	45	3,3619	3,3339	3,3619	0,18	0,18	0,18	0,0067	0,0067	0,0067
50	50	50	3,7354	3,7043	3,7354	0,17	0,17	0,17	0,0064	0,0063	0,0064
55	55	55	4,1090	4,0748	4,1090	0,16	0,16	0,16	0,0060	0,0059	0,0060
60	60	60	4,4825	4,4452	4,4825	0,15	0,15	0,15	0,0056	0,0056	0,0056
65	65	65	4,8561	4,8156	4,8561	0,14	0,14	0,14	0,0052	0,0052	0,0052
70	70	70	5,2296	5,1861	5,2296	0,13	0,13	0,13	0,0049	0,0048	0,0049
80	80	80	5,9767	5,9269	5,9767	0,12	0,12	0,12	0,0045	0,0044	0,0045
100	100	100	7,4709	7,4087	7,4709	0,11	0,11	0,11	0,0041	0,0041	0,0041
120	120	120	8,9651	8,8904	8,9651	0,1	0,1	0,1	0,0037	0,0037	0,0037
140	140	140	10,4593	10,3721	10,4593	0,09	0,09	0,09	0,0034	0,0033	0,0034

Tablo 4.108: $\theta=30^\circ$ için, H=20cm derinliğinde sıcak su deşarjı jet merkez eksenleri boyuna yerel sıcaklık farkı dağılımları (çarpma noktaları işaretlenmiştir).

x [cm] (A)	x [cm] (B)	x [cm] (C)	x/dF (A)	x/dF (B)	x/dF (C)	ΔT [°C] (A)	ΔT [°C] (B)	ΔT [°C] (C)	$\Delta T/F$ [°C] (A)	$\Delta T/F$ [°C] (B)	$\Delta T/F$ [°C] (C)
1	1	1	0,0747	0,0744	0,0744	3,23	3,2	3,18	0,1207	0,1190	0,1183
5	5	5	0,3735	0,3720	0,3720	1,1	1,05	1,22	0,0411	0,0391	0,0454
10	10	10	0,7471	0,7440	0,7440	0,5	0,55	0,6	0,0187	0,0205	0,0223
15	15	15	1,1206	1,1160	1,1160	0,43	0,44	0,42	0,0161	0,0164	0,0156
20	20	20	1,4942	1,4880	1,4880	0,38	0,37	0,38	0,0142	0,0138	0,0141
24	25	25	1,7930	1,8600	1,8600	0,32	0,35	0,36	0,0120	0,0130	0,0134
25	25,5	25,1	1,8677	1,8972	1,8674	0,28	0,33	0,33	0,0105	0,0123	0,0123
30	30	30	2,2413	2,2320	2,2320	0,26	0,3	0,32	0,0097	0,0112	0,0119
35	35	35	2,6148	2,6040	2,6040	0,3	0,29	0,3	0,0112	0,0108	0,0112
40	40	40	2,9884	2,9760	2,9760	0,28	0,25	0,29	0,0105	0,0093	0,0108
60	60	60	4,4825	4,4639	4,4639	0,21	0,21	0,19	0,0078	0,0078	0,0071
80	80	80	5,9767	5,9519	5,9519	0,16	0,17	0,15	0,0060	0,0063	0,0056
100	100	100	7,4709	7,4399	7,4399	0,15	0,15	0,14	0,0056	0,0056	0,0052
120	120	120	8,9651	8,9279	8,9279	0,14	0,13	0,13	0,0052	0,0048	0,0048
140	140	140	10,4593	10,415	10,4159	0,13	0,12	0,12	0,0049	0,0045	0,0045

Tablo 4.109: $\theta=30^\circ$ için, $H=15\text{cm}$ derinliğinde sıcak su dışarı jet merkez eksenleri boyuna yerel sıcaklık farkı dağılımları (çarpma noktaları işaretlenmiştir).

x [cm] (A)	x [cm] (B)	x [cm] (C)	x/dF (A)	x/dF (B)	x/dF (C)	ΔT [°C] (A)	ΔT [°C] (B)	ΔT [°C] (C)	$\Delta T/F$ [°C] (A)	$\Delta T/F$ [°C] (B)	$\Delta T/F$ [°C] (C)
1	1	1	0,0749	0,0744	0,0746	2,35	2,34	2,35	0,0880	0,0870	0,0876
5	5	5	0,3743	0,3720	0,3728	1,16	1,17	1,34	0,0434	0,0435	0,0500
10	10	10	0,7486	0,7440	0,7455	0,69	0,71	0,74	0,0258	0,0264	0,0276
15	15	15	1,1229	1,1160	1,1183	0,49	0,52	0,52	0,0183	0,0193	0,0194
20	20	20	1,4973	1,4880	1,4911	0,43	0,42	0,45	0,0161	0,0156	0,0168
20,6	21	20,4	1,5422	1,5624	1,5060	0,39	0,4	0,4	0,0146	0,0149	0,0149
25	25	25	1,8716	1,8600	1,8639	0,36	0,39	0,39	0,0135	0,0145	0,0145
30	30	30	2,2459	2,2320	2,2366	0,34	0,38	0,37	0,0127	0,0141	0,0138
35	35	35	2,6202	2,6040	2,6094	0,32	0,37	0,35	0,0120	0,0138	0,0130
40	40	40	2,9945	2,9760	2,9822	0,30	0,34	0,33	0,0112	0,0126	0,0123
-	-	45	-	-	3,3549	-	-	0,31	-	-	0,0116
60	60	60	4,4918	4,4639	4,4733	0,23	0,31	0,28	0,0086	0,0115	0,0104
80	80	80	5,9890	5,9519	5,9643	0,20	0,24	0,23	0,0075	0,0089	0,0086
100	100	100	7,4863	7,4399	7,4554	0,18	0,2	0,21	0,0067	0,0074	0,0078
120	120	120	8,9836	8,9279	8,9465	0,17	0,17	0,17	0,0064	0,0063	0,0063
140	140	140	10,4808	10,4159	10,4376	0,16	0,16	0,16	0,0060	0,0060	0,0060

Tablo 4.110: $\theta=30^\circ$ için, $H=10\text{cm}$ derinliğinde sıcak su dışarı jet merkez eksenleri boyuna yerel sıcaklık farkı dağılımları (çarpma noktaları işaretlenmiştir).

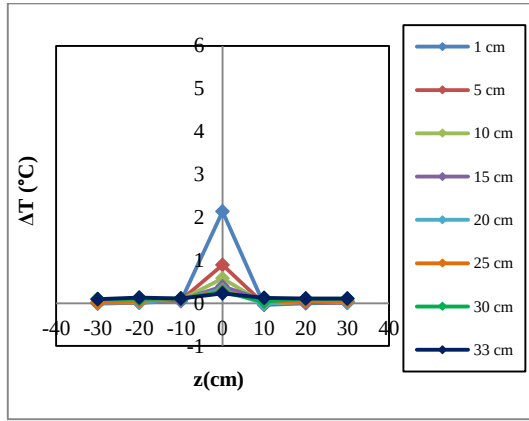
x [cm] (A)	x [cm] (B)	x [cm] (C)	x/dF (A)	x/dF (B)	x/dF (C)	ΔT [°C] (A)	ΔT [°C] (B)	ΔT [°C] (C)	$\Delta T/F$ [°C] (A)	$\Delta T/F$ [°C] (B)	$\Delta T/F$ [°C] (C)
1	1	1	0,0746	0,0747	0,0746	3,46	2,86	2,74	0,1290	0,1068	0,1021
5	5	5	0,3728	0,3735	0,3728	1,25	1,4	1,32	0,0466	0,0523	0,0492
10	10	10	0,7455	0,7471	0,7455	0,76	0,83	0,85	0,0283	0,0310	0,0317
15	15	15	1,1183	1,1206	1,1183	0,6	0,66	0,78	0,0224	0,0247	0,0291
18,5	18,8	19,5	1,3793	1,4045	1,4538	0,57	0,61	0,72	0,0212	0,0228	0,0268
20	20	20	1,4911	1,4942	1,4911	0,52	0,52	0,64	0,0194	0,0194	0,0239
25	25	25	1,8639	1,8677	1,8639	0,49	0,47	0,52	0,0183	0,0176	0,0194
30	30	30	2,2366	2,2413	2,2366	0,47	0,41	0,47	0,0175	0,0153	0,0175
35	35	35	2,6094	2,6148	2,6094	0,45	0,39	0,45	0,0168	0,0146	0,0168
40	40	40	2,9822	2,9884	2,9822	0,38	0,37	0,43	0,0142	0,0138	0,0160
60	60	60	4,4733	4,4825	4,4733	0,33	0,36	0,39	0,0123	0,0134	0,0145
80	80	80	5,9643	5,9767	5,9643	0,23	0,23	0,31	0,0086	0,0086	0,0116
100	100	100	7,4554	7,4709	7,4554	0,21	0,21	0,27	0,0078	0,0078	0,0101
120	120	120	8,9465	8,9651	8,9465	0,2	0,2	0,2	0,0075	0,0075	0,0075
140	140	140	10,4376	10,4593	10,4376	0,19	0,19	0,18	0,0071	0,0071	0,0067

Tablo 4.111: $\theta=30^\circ$ için, $H=5\text{cm}$ derinliğinde sıcak su deşarjı jet merkez eksenleri boyuna yerel sıcaklık farkı dağılımları (çarpma noktaları işaretlenmiştir).

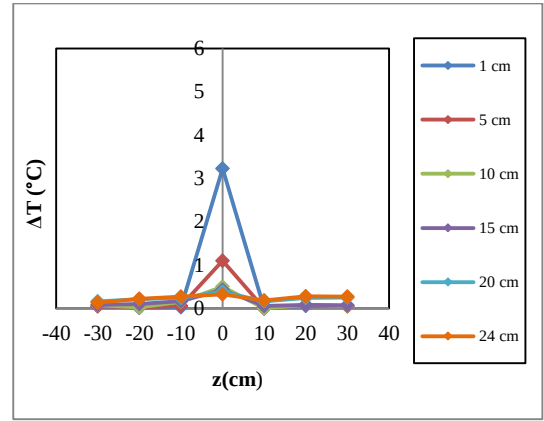
x [cm] (A)	x [cm] (B)	x [cm] (C)	x/dF (A)	x/dF (B)	x/dF (C)	ΔT [°C] (A)	ΔT [°C] (B)	ΔT [°C] (C)	$\Delta T/F$ [°C] (A)	$\Delta T/F$ [°C] (B)	$\Delta T/F$ [°C] (C)
0	0	0	0,0000	0,0000	0,0000	2,36	3,04	3,71	0,0874	0,1138	0,1383
1	1	1	0,0741	0,0749	0,0746	1,47	2,34	2,91	0,0545	0,0876	0,1085
5	5	5	0,3704	0,3743	0,3728	1,37	1,45	1,28	0,0507	0,0543	0,0477
10	10	10	0,7409	0,7486	0,7455	0,9	1,1	1,06	0,0333	0,0412	0,0395
11,5	10,7	13	0,8520	0,8010	0,9692	0,94	0,94	0,98	0,0348	0,0352	0,0365
15	15	15	1,1113	1,1229	1,1183	0,86	0,86	0,9	0,0319	0,0322	0,0335
20	20	20	1,4817	1,4973	1,4911	0,76	0,74	0,82	0,0282	0,0277	0,0306
25	25	25	1,8522	1,8716	1,8639	0,74	0,71	0,75	0,0274	0,0266	0,0280
30	30	30	2,2226	2,2459	2,2366	0,72	0,67	0,72	0,0267	0,0251	0,0268
35	35	35	2,5930	2,6202	2,6094	0,7	0,65	0,69	0,0259	0,0243	0,0257
40	40	40	2,9635	2,9945	2,9822	0,56	0,59	0,61	0,0207	0,0221	0,0227
60	60	60	4,4452	4,4918	4,4733	0,5	0,47	0,54	0,0185	0,0176	0,0201
80	80	80	5,9269	5,9890	5,9643	0,42	0,42	0,5	0,0156	0,0157	0,0186
100	100	100	7,4087	7,4863	7,4554	0,39	0,37	0,45	0,0144	0,0138	0,0168
120	120	120	8,8904	8,9836	8,9465	0,29	0,31	0,36	0,0107	0,0116	0,0134
140	140	140	10,3721	10,4808	10,4376	0,26	0,26	0,31	0,0096	0,0097	0,0116

4.3.2.2. $\theta=30^\circ$ için Sıcak Su Deşarjında Enkesit İçi Sıcaklık Dağılımları

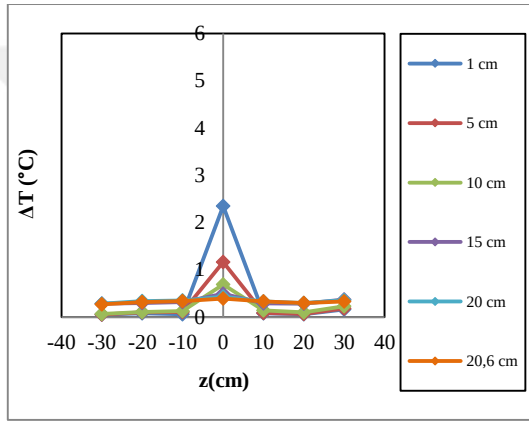
Gerçekleştirilen sıcak su deşarj deneyleri sırasında jet merkez eksenine içerisine sıcaklık sensörleri konumlandırılması ile elde edilmiş olan jetlerinin merkez eksenine boyuna enkesit içi sıcaklık dağılımları Şekil 4.28 ila 4.30'da verilmiştir, aynı zamanda Tablo 4.112 ila Tablo 4.126'da sayısal olarak verilmiştir.



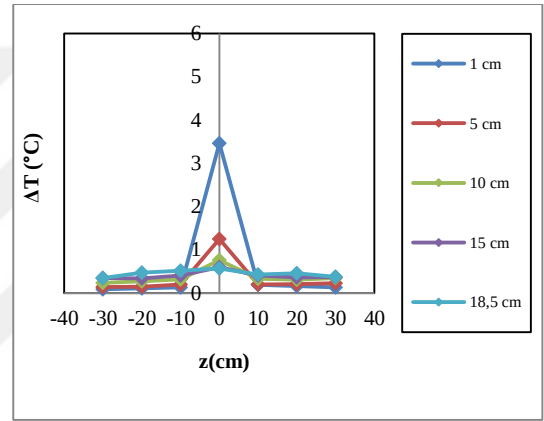
a. H=50cm



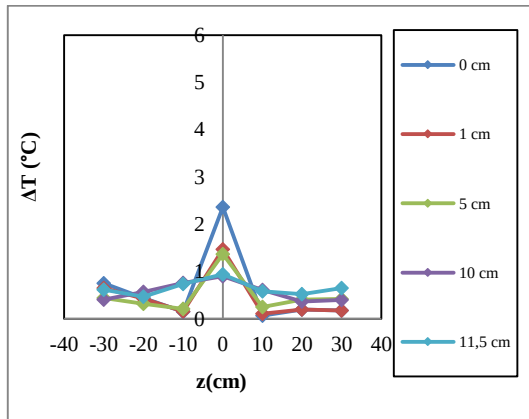
b. H=20cm



c. H=15cm

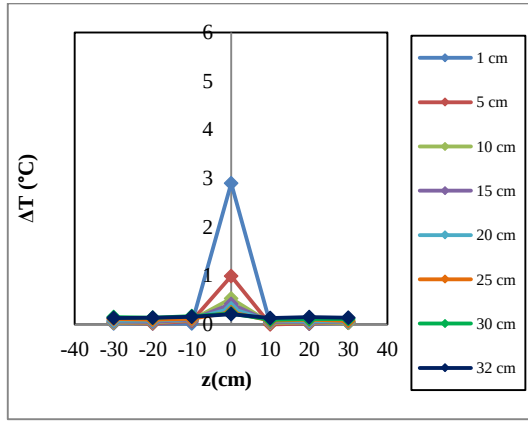


d. H=10cm

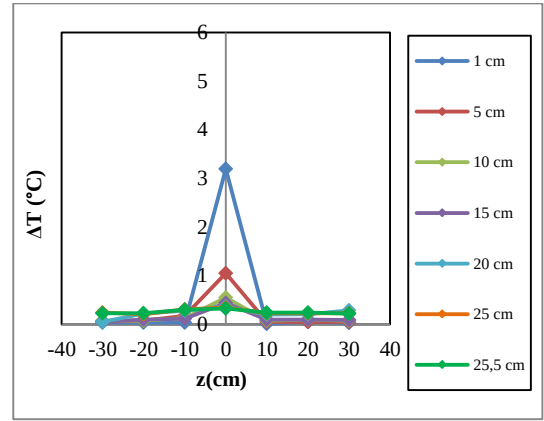


e. H=5cm

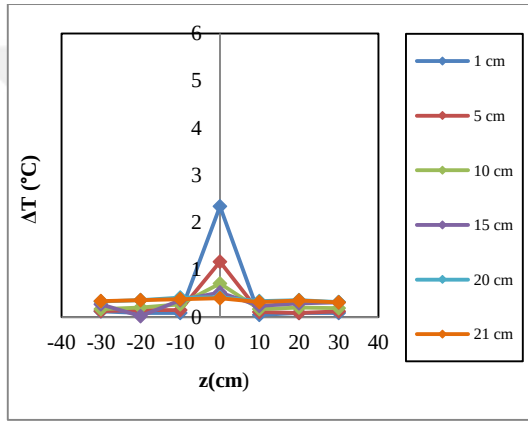
Şekil 4.28: $\theta=30^\circ$ için azalan H değerlerine göre sıcak su deşarjı jetlerinin merkez eksenlerinde enkesit içi sıcaklık dağılımları (Deney seri: A).



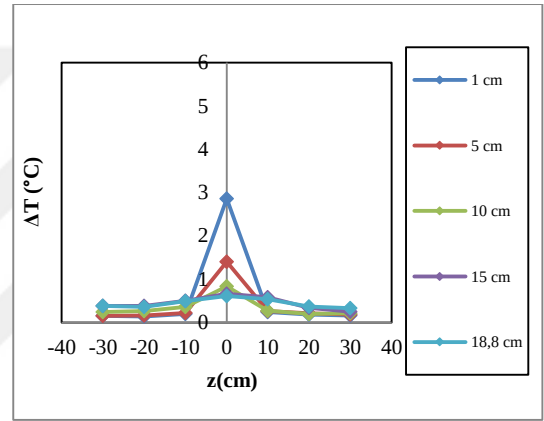
a. H=50cm



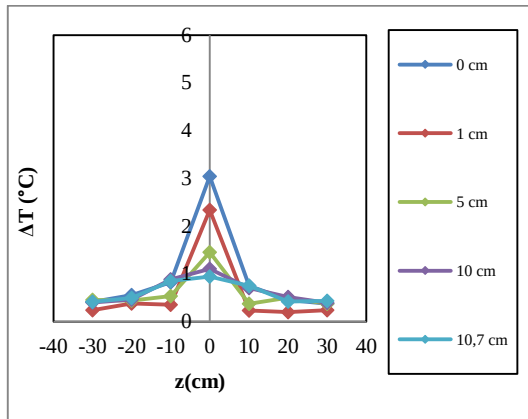
b. H=20cm



c. H=15cm

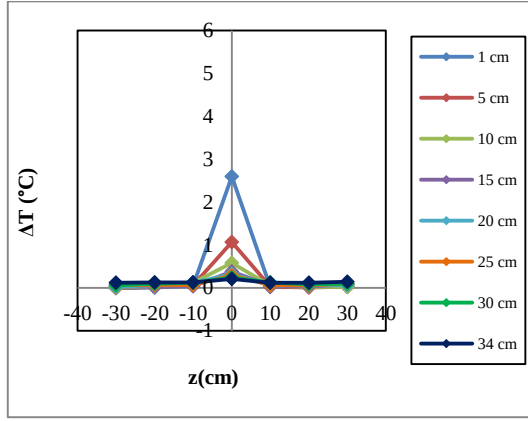


d. H=10cm

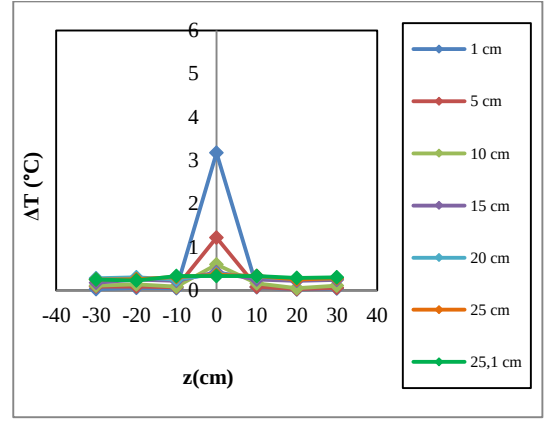


e. H=5cm

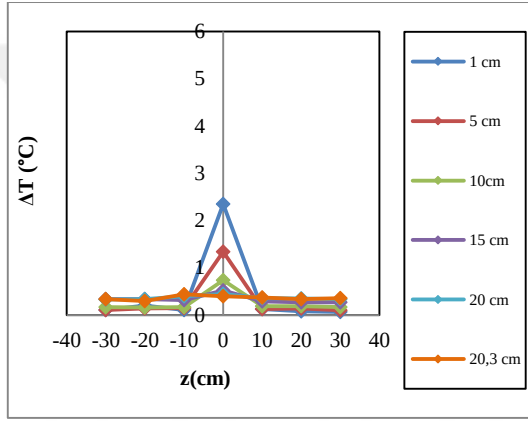
Şekil 4.29: $\theta=30^\circ$ için azalan H değerlerine göre sıcak su deşarjı jetlerinin merkez eksenlerinde enkesit içi sıcaklık dağılımları (Deney seri: B).



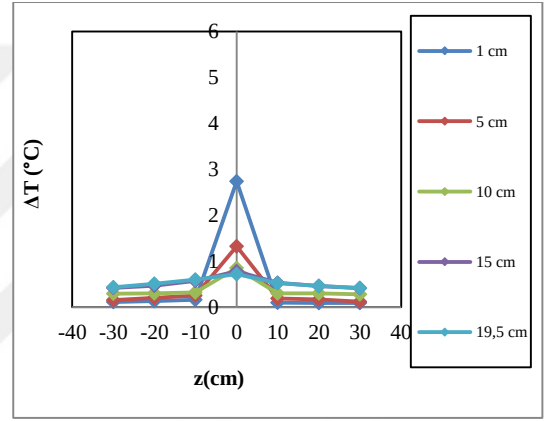
a. H=50cm



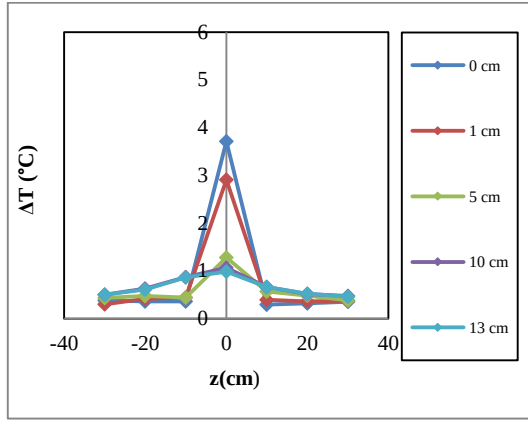
b. H=20cm



c. H=15cm



d. H=10cm



e. H=5cm

Şekil 4.30: $\theta=30^\circ$ için azalan H değerlerine göre sıcak su deşarjı jetlerinin merkez eksenlerinde enkesit içi sıcaklık dağılımları (Deney seri: C).

Tablo 4.112: $\theta=30^\circ$ için, H=50cm derinliğinde sıcak su deşarjı jet merkez eksenlerinde enkesit içi sıcaklık dağılımları (Deney seri: A) (çarpma noktası işaretlenmiştir).

x (cm)	y (cm)	ΔT (°C)						
		z (cm)						
		-30	-20	-10	0	10	20	30
1	1	0,01	0,01	0,05	2,14	0,04	0,00	0,01
5	2	0,01	0,01	0,07	0,89	0,02	0,03	0,01
10	5	0,01	0,02	0,08	0,58	0,00	0,03	0,03
15	8	0,01	0,03	0,08	0,39	0,07	0,03	0,03
20	13	0,02	0,03	0,11	0,31	0,01	0,06	0,02
25	18	0,02	0,06	0,11	0,28	0,04	0,05	0,05
30	34	0,09	0,10	0,11	0,26	0,04	0,10	0,10
33	49,9	0,09	0,13	0,11	0,23	0,12	0,11	0,11
35	49,5	0,09	0,12	0,13	0,21	0,09	0,12	0,09
40	49,2	0,09	0,12	0,11	0,20	0,12	0,12	0,11
45	49,1	0,08	0,11	0,11	0,18	0,11	0,10	0,09
50	49	0,08	0,10	0,10	0,17	0,09	0,09	0,10
55	48,5	0,07	0,10	0,10	0,16	0,09	0,11	0,09
60	48	0,07	0,10	0,10	0,15	0,10	0,11	0,09
65	47,5	0,06	0,15	0,07	0,14	0,08	0,09	0,08
70	47,2	0,07	0,09	0,09	0,13	0,09	0,08	0,08
80	46,5	0,05	0,07	0,05	0,12	0,03	0,07	0,06
100	46,2	0,04	0,06	0,04	0,11	0,01	0,06	0,05
120	45,2	0,01	0,02	0,03	0,10	0,01	0,06	0,05
140	42,5	0,00	0,02	0,03	0,09	0,01	0,04	0,06

Tablo 4.113: $\theta=30^\circ$ için, H=50cm derinliğinde sıcak su deşarjı jet merkez eksenlerinde enkesit içi sıcaklık dağılımları (Deney seri: B) (çarpma noktası işaretlenmiştir).

x (cm)	y (cm)	ΔT (°C)						
		z (cm)						
		-30	-20	-10	0	10	20	30
1	1	0,02	0,02	0,02	2,9	0,01	0,01	0,03
5	2,2	0,03	0,02	0,07	0,99	0	0,02	0,03
10	5,4	0,04	0,04	0,09	0,53	0,03	0,04	0,03
15	8,2	0,06	0,05	0,1	0,42	0,05	0,05	0,05
20	12	0,08	0,08	0,11	0,33	0,07	0,07	0,06
25	17	0,11	0,1	0,12	0,25	0,08	0,1	0,07
30	30	0,15	0,14	0,17	0,22	0,1	0,11	0,11
32	49,9	0,13	0,14	0,16	0,21	0,13	0,15	0,14
35	49,5	0,14	0,14	0,17	0,2	0,13	0,14	0,13
40	49,6	0,13	0,13	0,15	0,19	0,12	0,15	0,14
45	49,4	0,12	0,12	0,16	0,18	0,13	0,15	0,14
50	49,1	0,12	0,12	0,15	0,17	0,11	0,13	0,12
55	48,6	0,11	0,11	0,16	0,16	0,12	0,14	0,13
60	48,1	0,11	0,11	0,15	0,15	0,11	0,13	0,11
65	47,8	0,1	0,12	0,14	0,14	0,12	0,16	0,12
70	47	0,1	0,1	0,13	0,13	0,1	0,12	0,11
80	46,1	0,09	0,09	0,11	0,12	0,09	0,11	0,1
100	46	0,08	0,08	0,1	0,11	0,08	0,08	0,08
120	45	0,08	0,07	0,09	0,1	0,07	0,07	0,02
140	43	0,06	0,05	0,06	0,09	0,06	0,06	0,03

Tablo 4.114: $\theta=30^\circ$ için, H=50cm derinliğinde sıcak su deşarjı jet merkez eksenlerinde enkesit içi sıcaklık dağılımları (Deney seri: C) (çarpma noktası işaretlenmiştir).

x (cm)	y (cm)	ΔT (°C)						
		z (cm)						
		-30	-20	-10	0	10	20	30
1	1	0,01	0,01	0,05	2,6	0,02	0,02	0,02
5	2	0	0,02	0,06	1,07	0,03	0,01	0,03
10	4	0,01	0,03	0,12	0,58	0,05	0,02	0,02
15	8	0,03	0,03	0,04	0,38	0,05	0,03	0,08
20	12	0,03	0,06	0,12	0,32	0,07	0,06	0,06
25	20	0,07	0,07	0,07	0,29	0,07	0,06	0,1
30	32	0,06	0,1	0,12	0,24	0,13	0,08	0,1
34	49,9	0,12	0,13	0,13	0,21	0,12	0,12	0,14
35	49,5	0,11	0,11	0,14	0,2	0,12	0,12	0,12
40	49,4	0,13	0,13	0,12	0,19	0,13	0,13	0,15
45	49,3	0,11	0,12	0,12	0,18	0,11	0,12	0,13
50	49,2	0,1	0,12	0,13	0,17	0,11	0,11	0,13
55	49,1	0,11	0,11	0,12	0,16	0,1	0,11	0,12
60	48,5	0,1	0,11	0,12	0,15	0,1	0,1	0,12
65	48,2	0,1	0,11	0,11	0,14	0,1	0,09	0,12
70	48	0,1	0,11	0,1	0,13	0,1	0,1	0,11
80	47,5	0,09	0,1	0,09	0,12	0,08	0,08	0,1
100	46,5	0,08	0,08	0,06	0,11	0,07	0,07	0,09
120	45,5	0,07	0,07	0,04	0,1	0,04	0,04	0,09
140	42,8	0,06	0,04	0,02	0,09	0,02	0,02	0,06

Tablo 4.115: $\theta=30^\circ$ için, H=20cm derinliğinde sıcak su deşarjı jet merkez eksenlerinde enkesit içi sıcaklık dağılımları (Deney seri: A) (çarpma noktası işaretlenmiştir).

x (cm)	y (cm)	ΔT (°C)						
		z (cm)						
		-30	-20	-10	0	10	20	30
1	1	0,05	0,01	0,03	3,23	0,00	0,06	0,05
5	1,8	0,05	0,02	0,06	1,10	0,00	0,07	0,05
10	5	0,07	0,02	0,15	0,50	0,00	0,08	0,06
15	8	0,08	0,10	0,17	0,43	0,06	0,08	0,07
20	11	0,16	0,21	0,24	0,38	0,16	0,24	0,25
24	19,9	0,13	0,22	0,27	0,32	0,18	0,28	0,27
25	19,6	0,16	0,23	0,29	0,28	0,19	0,28	0,25
30	19,5	0,13	0,22	0,27	0,26	0,18	0,28	0,27
35	19,4	0,13	0,18	0,26	0,30	0,15	0,26	0,25
40	19,3	0,12	0,17	0,24	0,28	0,14	0,25	0,21
60	19,1	0,10	0,13	0,22	0,21	0,03	0,14	0,18
80	18	0,09	0,11	0,08	0,16	0,03	0,11	0,15
100	17,8	0,13	0,07	0,06	0,15	0,02	0,06	0,04
120	17,2	0,02	0,01	0,02	0,14	0,01	0,03	0,03
140	15,4	0,01	0,01	0,01	0,13	0,00	0,02	0,01

Tablo 4.116: $\theta=30^\circ$ için, H=20cm derinliğinde sıcak su deşarjı jet merkez eksenlerinde enkesit içi sıcaklık dağılımları (Deney seri: B) (çarpma noktası işaretlenmiştir).

x (cm)	y (cm)	ΔT (°C)						
		z (cm)						
		-30	-20	-10	0	10	20	30
1	1	0,04	0,04	0,04	3,2	0,01	0,05	0,03
5	2,2	0,06	0,08	0,18	1,05	0,05	0,05	0,05
10	5,2	0,08	0,08	0,13	0,55	0,08	0,1	0,08
15	8,5	0,06	0,1	0,12	0,44	0,1	0,1	0,09
20	10,2	0,05	0,22	0,28	0,37	0,2	0,21	0,29
25	12,5	0,24	0,21	0,31	0,35	0,23	0,23	0,23
25,5	19,9	0,23	0,23	0,3	0,33	0,24	0,24	0,22
30	19,5	0,23	0,23	0,3	0,3	0,24	0,24	0,22
35	19,4	0,22	0,22	0,28	0,29	0,24	0,23	0,23
40	19,3	0,22	0,22	0,24	0,25	0,22	0,22	0,19
60	19	0,19	0,18	0,17	0,21	0,14	0,18	0,17
80	18	0,16	0,14	0,12	0,17	0,1	0,15	0,16
100	17,5	0,13	0,12	0,1	0,15	0,07	0,13	0,13
120	17,1	0,12	0,1	0,1	0,13	0,04	0,06	0,11
140	15,6	0,07	0,04	0,04	0,12	0,04	0,05	0,07

Tablo 4.117: $\theta=30^\circ$ için, H=20cm derinliğinde sıcak su deşarjı jet merkez eksenlerinde enkesit içi sıcaklık dağılımları (Deney seri: C) (çarpma noktası işaretlenmiştir).

x (cm)	y (cm)	ΔT (°C)						
		z (cm)						
		-30	-20	-10	0	10	20	30
1	1	0,03	0,06	0,05	3,18	0,07	0,02	0,04
5	2	0,09	0,09	0,07	1,22	0,08	0,03	0,06
10	5	0,11	0,14	0,09	0,6	0,16	0,05	0,11
15	9,8	0,18	0,25	0,22	0,42	0,25	0,22	0,24
20	12	0,28	0,3	0,25	0,38	0,32	0,26	0,28
25	13,9	0,25	0,26	0,31	0,36	0,33	0,25	0,28
25,1	19,9	0,25	0,23	0,33	0,33	0,33	0,29	0,3
30	19,5	0,24	0,24	0,32	0,32	0,34	0,3	0,3
35	19,2	0,25	0,27	0,32	0,3	0,32	0,3	0,29
40	19,1	0,21	0,2	0,3	0,29	0,3	0,24	0,26
60	19,1	0,2	0,2	0,21	0,19	0,24	0,17	0,25
80	18,1	0,2	0,17	0,17	0,15	0,21	0,13	0,22
100	17,6	0,19	0,16	0,16	0,14	0,2	0,12	0,17
120	17,2	0,16	0,14	0,14	0,13	0,14	0,1	0,15
140	15,2	0,12	0,12	0,12	0,12	0,09	0,11	0,14

Tablo 4.118 : $\theta=30^\circ$ için, H=15cm derinliğinde sıcak su deşarjı jet merkez eksenlerinde enkesit içi sıcaklık dağılımları (Deney seri: A) (çarpma noktası işaretlenmiştir).

x (cm)	y (cm)	ΔT (°C)						
		z (cm)						
		-30	-20	-10	0	10	20	30
1	1	0,05	0,08	0,06	2,35	0,08	0,06	0,16
5	1,5	0,05	0,10	0,11	1,16	0,09	0,07	0,18
10	4,5	0,07	0,11	0,13	0,69	0,14	0,10	0,23
15	8	0,28	0,30	0,32	0,49	0,29	0,28	0,37
20	11,7	0,28	0,34	0,35	0,43	0,33	0,30	0,36
20,6	14,9	0,27	0,32	0,34	0,39	0,33	0,30	0,33
25	14,6	0,28	0,32	0,34	0,36	0,33	0,30	0,33
30	14,5	0,27	0,32	0,33	0,34	0,29	0,26	0,34
35	14,2	0,29	0,29	0,31	0,32	0,30	0,30	0,36
40	14,1	0,25	0,27	0,29	0,30	0,27	0,29	0,34
60	13,8	0,16	0,16	0,20	0,23	0,17	0,18	0,30
80	13,7	0,15	0,16	0,14	0,20	0,14	0,16	0,25
100	13,5	0,14	0,15	0,13	0,18	0,12	0,13	0,24
120	13,4	0,10	0,13	0,11	0,17	0,11	0,13	0,23
140	13,2	0,07	0,10	0,07	0,16	0,09	0,11	0,17

Tablo 4.119: $\theta=30^\circ$ için, H=15cm derinliğinde sıcak su deşarjı jet merkez eksenlerinde enkesit içi sıcaklık dağılımları (Deney seri: B) (çarpma noktası işaretlenmiştir).

x (cm)	y (cm)	ΔT (°C)						
		z (cm)						
		-30	-20	-10	0	10	20	30
1	1	0,12	0,09	0,09	2,34	0,05	0,09	0,09
5	2	0,13	0,15	0,15	1,17	0,11	0,09	0,12
10	5	0,17	0,2	0,27	0,71	0,17	0,2	0,19
15	7,5	0,27	0,02	0,36	0,52	0,24	0,29	0,31
20	11,6	0,33	0,36	0,41	0,42	0,34	0,36	0,32
21	14,9	0,34	0,36	0,38	0,4	0,32	0,35	0,31
25	14,7	0,3	0,35	0,37	0,39	0,32	0,35	0,32
30	14,5	0,34	0,35	0,38	0,38	0,34	0,35	0,31
35	14,3	0,29	0,32	0,33	0,37	0,28	0,32	0,31
40	14,2	0,29	0,3	0,3	0,34	0,27	0,31	0,29
60	14,1	0,28	0,27	0,27	0,31	0,23	0,28	0,29
80	13,9	0,23	0,21	0,2	0,24	0,19	0,23	0,22
100	13,5	0,17	0,14	0,14	0,2	0,14	0,19	0,17
120	13,4	0,15	0,13	0,09	0,17	0,11	0,12	0,15
140	13,1	0,13	0,12	-0,01	0,16	0,1	0,11	0,14

Tablo 4.120: $\theta=30^\circ$ için, H=15cm derinliğinde sıcak su deşarjı jet merkez eksenlerinde enkesit içi sıcaklık dağılımları (Deney seri: C) (çarpma noktası işaretlenmiştir).

x (cm)	y (cm)	ΔT (°C)						
		z (cm)						
		-30	-20	-10	0	10	20	30
1	0,9	0,11	0,2	0,11	2,35	0,13	0,08	0,07
5	1,7	0,11	0,14	0,15	1,34	0,13	0,14	0,1
10	4,8	0,17	0,16	0,17	0,74	0,19	0,19	0,17
15	8	0,34	0,34	0,32	0,52	0,29	0,27	0,27
20	11,8	0,33	0,34	0,4	0,45	0,36	0,35	0,34
20,2	14,9	0,34	0,3	0,44	0,4	0,37	0,34	0,36
25	14,7	0,35	0,37	0,4	0,39	0,33	0,35	0,32
30	14,5	0,32	0,34	0,38	0,37	0,33	0,35	0,33
35	14,4	0,28	0,32	0,07	0,35	0,29	0,4	0,34
40	14,2	0,29	0,31	0,36	0,33	0,31	0,36	0,34
45	14,1	0,24	0,28	0,32	0,31	0,27	0,32	0,3
60	14	0,23	0,24	0,25	0,28	0,23	0,26	0,26
80	13,9	0,21	0,21	0,21	0,23	0,19	0,2	0,23
100	13,8	0,19	0,19	0,17	0,21	0,18	0,21	0,23
120	13,1	0,18	0,17	0,15	0,17	0,15	0,17	0,18
140	13	0,13	0,11	0,12	0,16	0,07	0,07	0,11

Tablo 4.121: $\theta=30^\circ$ için, H=10cm derinliğinde sıcak su deşarjı jet merkez eksenlerinde enkesit içi sıcaklık dağılımları (Deney seri: A) (çarpma noktası işaretlenmiştir).

x (cm)	y (cm)	ΔT (°C)						
		z (cm)						
		-30	-20	-10	0	10	20	30
1	1	0,09	0,11	0,13	3,46	0,19	0,16	0,13
5	2	0,14	0,15	0,20	1,25	0,20	0,21	0,23
10	5	0,24	0,27	0,32	0,76	0,33	0,31	0,35
15	7,2	0,35	0,34	0,41	0,60	0,41	0,36	0,37
18,5	9,9	0,35	0,47	0,52	0,57	0,43	0,46	0,38
20	9,7	0,30	0,37	0,47	0,52	0,40	0,38	0,36
25	9,6	0,29	0,32	0,42	0,49	0,43	0,39	0,35
30	9,6	0,30	0,36	0,40	0,47	0,40	0,39	0,34
35	9,5	0,25	0,32	0,37	0,45	0,39	0,37	0,33
40	9,4	0,25	0,30	0,32	0,38	0,31	0,31	0,29
60	9,1	0,21	0,20	0,29	0,33	0,27	0,26	0,24
80	9	0,21	0,17	0,16	0,23	0,21	0,18	0,23
100	8,5	0,18	0,16	0,12	0,21	0,18	0,17	0,19
120	8,3	0,16	0,15	0,13	0,20	0,17	0,16	0,20
140	8,2	0,13	0,12	-0,02	0,19	0,10	0,19	0,17

Tablo 4.122: $\theta=30^\circ$ için, H=10cm derinliğinde sıcak su deşarjı jet merkez eksenlerinde enkesit içi sıcaklık dağılımları (Deney seri: B) (çarpma noktası işaretlenmiştir).

x (cm)	y (cm)	ΔT (°C)						
		z (cm)						
		-30	-20	-10	0	10	20	30
1	1	0,15	0,14	0,2	2,86	0,24	0,18	0,16
5	2	0,15	0,16	0,22	1,4	0,26	0,21	0,18
10	5,2	0,24	0,26	0,36	0,83	0,27	0,2	0,21
15	7	0,38	0,38	0,5	0,66	0,58	0,34	0,25
18,8	9,9	0,38	0,36	0,49	0,61	0,54	0,37	0,33
20	9,7	0,38	0,37	0,46	0,52	0,49	0,38	0,32
25	9,7	0,33	0,35	0,42	0,47	0,47	0,38	0,36
30	9,6	0,34	0,36	0,41	0,41	0,48	0,38	0,37
35	9,5	0,34	0,35	0,4	0,39	0,47	0,38	0,32
40	9,4	0,33	0,31	0,4	0,37	0,43	0,38	0,31
60	9,3	0,26	0,21	0,37	0,36	0,38	0,37	0,32
80	9,1	0,25	0,2	0,25	0,23	0,29	0,22	0,25
100	8,7	0,19	0,16	0,2	0,21	0,28	0,2	0,22
120	8,5	0,15	0,16	0,15	0,2	0,27	0,21	0,22
140	8,2	0,13	0,12	0,13	0,19	0,25	0,17	0,17

Tablo 4.123: $\theta=30^\circ$ için, H=10cm derinliğinde sıcak su deşarjı jet merkez eksenlerinde enkesit içi sıcaklık dağılımları (Deney seri: C) (çarpma noktası işaretlenmiştir).

x (cm)	y (cm)	ΔT (°C)						
		z (cm)						
		-30	-20	-10	0	10	20	30
1	1	0,11	0,13	0,16	2,74	0,1	0,09	0,09
5	2	0,15	0,2	0,25	1,32	0,19	0,17	0,12
10	5	0,29	0,3	0,32	0,85	0,3	0,3	0,28
15	7,5	0,42	0,47	0,57	0,78	0,53	0,46	0,41
19,5	9,9	0,43	0,51	0,6	0,72	0,52	0,46	0,42
20	9,8	0,4	0,42	0,54	0,64	0,5	0,45	0,39
25	9,7	0,39	0,44	0,49	0,52	0,48	0,45	0,39
30	9,6	0,4	0,41	0,44	0,47	0,46	0,42	0,37
35	9,5	0,36	0,4	0,43	0,45	0,39	0,39	0,39
40	9,4	0,37	0,36	0,4	0,43	0,36	0,38	0,39
60	9,3	0,32	0,33	0,38	0,39	0,34	0,37	0,38
80	9,2	0,27	0,26	0,3	0,31	0,22	0,29	0,28
100	8,6	0,21	0,24	0,23	0,27	0,22	0,25	0,25
120	8,4	0,14	0,16	0,17	0,2	0,21	0,24	0,23
140	8,1	0,11	0,12	0,05	0,18	0,15	0,18	0,16

Tablo 4.124: $\theta=30^\circ$ için, H=5cm derinliğinde sıcak su deşarjı jet merkez eksenlerinde enkesit içi sıcaklık dağılımları (Deney seri: A) (çarpma noktası işaretlenmiştir).

x (cm)	y (cm)	ΔT (°C)						
		z (cm)						
		-30	-20	-10	0	10	20	30
0	0	0,75	0,44	0,15	2,36	0,07	0,20	0,18
1	1,8	0,65	0,43	0,16	1,47	0,11	0,20	0,18
5	2	0,44	0,32	0,21	1,37	0,25	0,41	0,42
10	3,5	0,41	0,57	0,76	0,90	0,61	0,37	0,40
11,5	4,9	0,62	0,47	0,74	0,94	0,58	0,52	0,65
15	4,8	0,62	0,47	0,74	0,86	0,58	0,52	0,65
20	4,6	0,40	0,51	0,67	0,76	0,54	0,55	0,44
25	4,7	0,54	0,64	0,70	0,74	0,48	0,62	0,56
30	4,5	0,43	0,48	0,58	0,72	0,48	0,54	0,47
35	4,4	0,52	0,60	0,64	0,70	0,48	0,62	0,56
40	4,4	0,44	0,44	0,49	0,56	0,39	0,53	0,49
60	4,2	0,37	0,41	0,41	0,50	0,37	0,50	0,43
80	4	0,34	0,33	0,38	0,42	0,31	0,44	0,42
100	3,8	0,32	0,32	0,31	0,39	0,36	0,36	0,39
120	3,5	0,12	0,11	0,20	0,29	0,26	0,28	0,29
140	3,4	0,10	0,06	0,16	0,26	0,28	0,09	0,28

Tablo 4.125: $\theta=30^\circ$ için, H=5cm derinliğinde sıcak su deşarjı jet merkez eksenlerinde enkesit içi sıcaklık dağılımları (Deney seri: B) (çarpma noktası işaretlenmiştir).

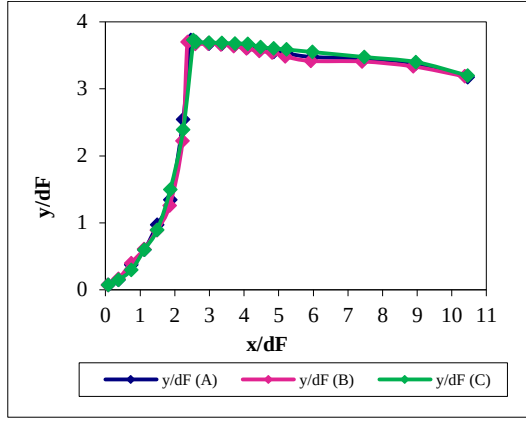
x (cm)	y (cm)	ΔT (°C)						
		z (cm)						
		-30	-20	-10	0	10	20	30
0	0	0,41	0,55	0,82	3,04	0,75	0,45	0,37
1	1	0,24	0,38	0,35	2,34	0,23	0,2	0,24
5	2,2	0,45	0,44	0,53	1,45	0,37	0,5	0,37
10	3,7	0,4	0,46	0,88	1,1	0,7	0,51	0,39
10,7	4,9	0,41	0,49	0,85	0,94	0,75	0,42	0,43
15	4,7	0,37	0,47	0,78	0,86	0,68	0,41	0,44
20	4,6	0,35	0,45	0,62	0,74	0,63	0,52	0,43
25	4,6	0,42	0,5	0,65	0,71	0,58	0,58	0,41
30	4,5	0,41	0,51	0,6	0,67	0,6	0,57	0,44
35	4,4	0,41	0,51	0,58	0,65	0,58	0,56	0,43
40	4,4	0,39	0,5	0,55	0,59	0,52	0,54	0,45
60	4,1	0,39	0,42	0,42	0,47	0,4	0,43	0,42
80	3,8	0,32	0,34	0,38	0,42	0,38	0,41	0,34
100	3,7	0,23	0,3	0,32	0,37	0,38	0,35	0,34
120	3,6	0,2	0,23	0,28	0,31	0,24	0,22	0,22
140	3,4	0,1	0,11	0,22	0,26	0,23	0,2	0,2

Tablo 4.126: $\theta=30^\circ$ için, $H=5\text{cm}$ derinliğinde sıcak su deşarjı jet merkez eksenlerinde enkesit içi sıcaklık dağılımları (Deney seri: C) (çarpma noktası işaretlenmiştir).

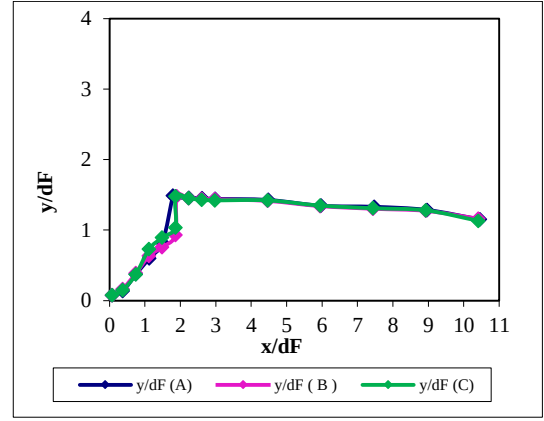
x (cm)	y (cm)	ΔT ($^\circ\text{C}$)						
		z (cm)						
		-30	-20	-10	0	10	20	30
0	0	0,38	0,36	0,36	3,71	0,29	0,32	0,35
1	1	0,3	0,41	0,44	2,91	0,39	0,36	0,37
5	2	0,43	0,47	0,44	1,28	0,57	0,48	0,38
10	3,9	0,5	0,63	0,87	1,06	0,66	0,51	0,47
13	4,9	0,5	0,61	0,86	0,98	0,66	0,52	0,46
15	4,8	0,47	0,54	0,85	0,9	0,71	0,51	0,48
20	4,7	0,47	0,57	0,56	0,82	0,66	0,52	0,46
25	4,6	0,47	0,58	0,68	0,75	0,61	0,51	0,47
30	4,5	0,46	0,57	0,67	0,72	0,59	0,52	0,5
35	4,4	0,45	0,56	0,65	0,69	0,57	0,52	0,5
40	4,4	0,48	0,56	0,62	0,61	0,57	0,56	0,51
60	4,2	0,46	0,5	0,5	0,54	0,51	0,52	0,49
80	4,1	0,44	0,45	0,48	0,5	0,45	0,5	0,47
100	3,9	0,3	0,36	0,38	0,45	0,4	0,41	0,41
120	3,6	0,29	0,31	0,32	0,36	0,31	0,32	0,34
140	3,3	0,27	0,3	0,31	0,31	0,27	0,26	0,22

4.3.2.3. $\theta=30^\circ$ için Sıcak Su Deşarjında Jet Merkez Eksen Yörüngeleri

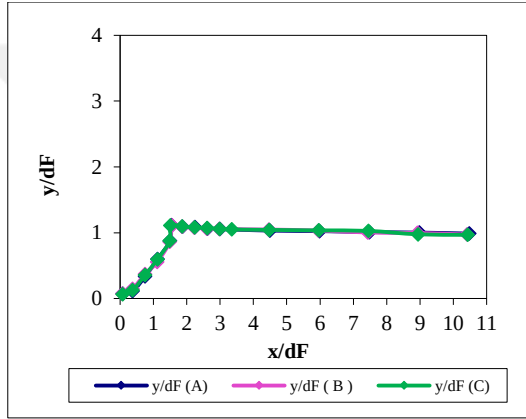
Deşarj derinliği H ’ ye bağlı olarak gerçekleştirilen $\theta=30^\circ$ deşarj deliği açısı için sıcak su deşarjı deneylerinin normalize edilmiş jet merkez eksen yörüngelerinin profilleri x/dF - y/dF olarak Şekil 4.31’de verilmiştir. Normalize jet merkez eksen yörüngelerinin x/dF - y/dF sayısal değerleri de Tablo 4.127 ila 4.131’de verilmiştir. Şekil 4.31’den da görüleceği üzere, H değerindeki küçülmeye bağlı olarak jetin su yüzeyine çarpma noktasında ulaşmasından sonra, jetler yoğunluk tabakası haline dönüşerek merkez eksen yörüngeleri su yüzeyine yaklaşık paralel boyuna ilerlemeyi sürdürdüler.



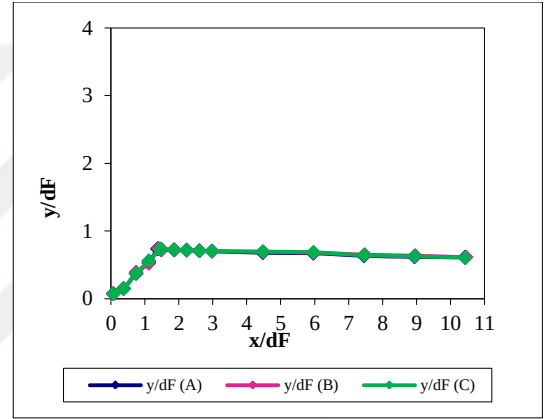
a. H=50cm



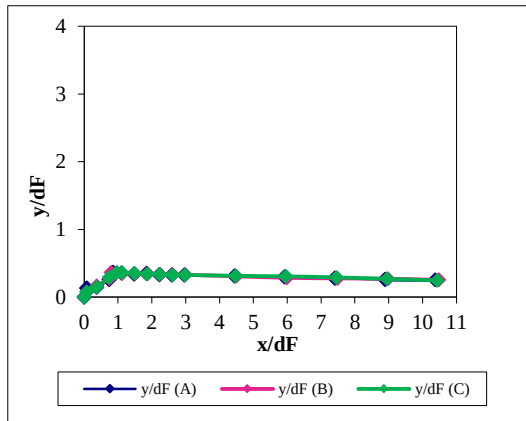
b. H=20cm



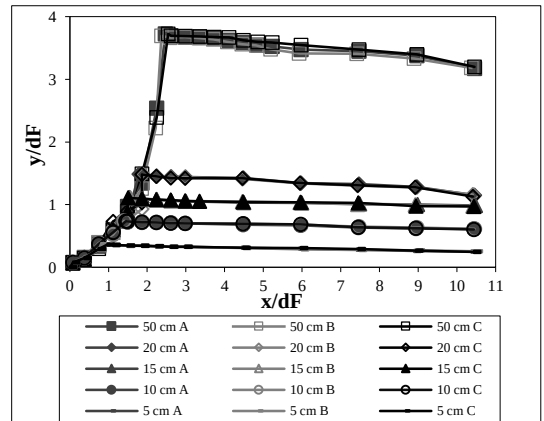
c. H=15cm



d. H=10cm



e. H=5cm



f. H değerlerine göre karşılaştırma

Şekil 4.31: H' ye göre $\theta=30^\circ$ için sıcak su deşarjı deneylerinin normalize edilmiş jet merkez eksenini yörüngelerinin profilleri.

Tablo 4.127 : $\theta=30^\circ$ için, H=50cm derinliğinde sıcak su deşarjı jet merkez eksenı yörünge koordinatları (çarpma noktaları işaretlenmiştir).

x [cm] (A)	x [cm] (B)	x [cm] (C)	y [cm] (A)	y [cm] (B)	y [cm] (C)	x/dF (A)	x/dF (B)	x/dF (C)	y/dF (A)	y/dF (B)	y/dF (C)
1	1	1	1	1	1	0,0747	0,0741	0,0747	0,0747	0,0741	0,0747
5	5	5	2	2,2	2	0,3735	0,3704	0,3735	0,1494	0,163	0,1494
10	10	10	5	5,4	4	0,7471	0,7409	0,7471	0,3735	0,4001	0,2988
15	15	15	8	8,2	8	1,1206	1,1113	1,1206	0,5977	0,6075	0,5977
20	20	20	13	12	12	1,4942	1,4817	1,4942	0,9712	0,889	0,8965
25	25	25	18	17	20	1,8677	1,8522	1,8677	1,3448	1,2595	1,4942
30	30	30	34	30	32	2,2413	2,2226	2,2413	2,5401	2,2226	2,3907
33	32	34	49,9	49,9	49,9	2,4654	2,3708	2,5401	3,728	3,6969	3,728
35	35	35	49,5	49,5	49,5	2,6148	2,593	2,6148	3,6981	3,6673	3,6981
40	40	40	49,2	49,6	49,4	2,9884	2,9635	2,9884	3,6757	3,6747	3,6906
45	45	45	49,1	49,4	49,3	3,3619	3,3339	3,3619	3,6682	3,6599	3,6832
50	50	50	49	49,1	49,2	3,7354	3,7043	3,7354	3,6607	3,6377	3,6757
55	55	55	48,5	48,6	49,1	4,109	4,0748	4,109	3,6234	3,6006	3,6682
60	60	60	48	48,1	48,5	4,4825	4,4452	4,4825	3,586	3,5636	3,6234
65	65	65	47,5	47,8	48,2	4,8561	4,8156	4,8561	3,5487	3,5413	3,601
70	70	70	47,2	47	48	5,2296	5,1861	5,2296	3,5263	3,4821	3,586
80	80	80	46,5	46,1	47,5	5,9767	5,9269	5,9767	3,474	3,4154	3,5487
100	100	100	46,2	46	46,5	7,4709	7,4087	7,4709	3,4516	3,408	3,474
120	120	120	45,2	45	45,5	8,9651	8,8904	8,9651	3,3768	3,3339	3,3993
140	140	140	42,5	43	42,8	10,4593	10,3721	10,4593	3,1751	3,1857	3,1975

Tablo 4.128: $\theta=30^\circ$ için, H=20cm derinliğinde sıcak su deşarjı jet merkez eksenı yörünge koordinatları (çarpma noktaları işaretlenmiştir).

x [cm] (A)	x [cm] (B)	x [cm] (C)	y [cm] (A)	y [cm] (B)	y [cm] (C)	x/dF (A)	x/dF (B)	x/dF (C)	y/dF (A)	y/dF (B)	y/dF (C)
1	1	1	1	1	1	0,0747	0,0744	0,0744	0,0747	0,0744	0,0744
5	5	5	1,8	2,2	2	0,3735	0,372	0,372	0,1345	0,1637	0,1488
10	10	10	5	5,2	5	0,7471	0,744	0,744	0,3735	0,3869	0,372
15	15	15	8	8,5	9,8	1,1206	1,116	1,116	0,5977	0,6324	0,7291
20	20	20	11	10,2	12	1,4942	1,488	1,488	0,8218	0,7589	0,8928
24	-	-	19,9	-	-	1,793	-	-	1,4867	-	-
25	25	25	19,6	12,5	13,9	1,8677	1,86	1,86	1,4643	0,93	1,0341
-	25,5	25,1	-	19,9	19,9	-	1,8972	1,8674	-	1,4805	1,4805
30	30	30	19,5	19,5	19,5	2,2413	2,232	2,232	1,4568	1,4508	1,4508
35	35	35	19,4	19,4	19,2	2,6148	2,604	2,604	1,4494	1,4433	1,4285
40	40	40	19,3	19,3	19,1	2,9884	2,976	2,976	1,4419	1,4359	1,421
60	60	60	19,1	19	19,1	4,4825	4,4639	4,4639	1,4269	1,4136	1,421
80	80	80	18	18	18,1	5,9767	5,9519	5,9519	1,3448	1,3392	1,3466
100	100	100	17,8	17,5	17,6	7,4709	7,4399	7,4399	1,3298	1,302	1,3094
120	120	120	17,2	17,1	17,2	8,9651	8,9279	8,9279	1,285	1,2722	1,2797
140	140	140	15,4	15,6	15,2	10,4593	10,4159	10,4159	1,1505	1,1606	1,1309

Tablo 4.129: $\theta=30^\circ$ için, $H=15\text{cm}$ derinliğinde sıcak su deşarjı jet merkez eksenini yörünge koordinatları (çarpma noktaları işaretlenmiştir).

x [cm] (A)	x [cm] (B)	x [cm] (C)	y [cm] (A)	y [cm] (B)	y [cm] (C)	x/dF (A)	x/dF (B)	x/dF (C)	y/dF (A)	y/dF (B)	y/dF (C)
1	1	1	1	1	0,9	0,0749	0,0744	0,0746	0,0749	0,0744	0,0671
5	5	5	1,5	2	1,7	0,3743	0,372	0,3728	0,1123	0,1488	0,1267
10	10	10	4,5	5	4,8	0,7486	0,744	0,7455	0,3369	0,372	0,3579
15	15	15	8	7,5	8	1,1229	1,116	1,1183	0,5989	0,558	0,5964
20	20	20	11,7	11,6	11,8	1,4973	1,488	1,4911	0,8759	0,863	0,8797
20,6	21	20,2	14,9	14,9	14,9	1,5422	1,5624	1,506	1,1155	1,1085	1,1109
25	25	25	14,6	14,7	14,7	1,8716	1,86	1,8639	1,093	1,0937	1,0959
30	30	30	14,5	14,5	14,5	2,2459	2,232	2,2366	1,0855	1,0788	1,081
35	35	35	14,2	14,3	14,4	2,6202	2,604	2,6094	1,0631	1,0639	1,0736
40	40	40	14,1	14,2	14,2	2,9945	2,976	2,9822	1,0556	1,0565	1,0587
-	-	45	-	-	14,1	-	-	3,3549	-	-	1,0512
60	60	60	13,8	14,1	14	4,4918	4,4639	4,4733	1,0331	1,049	1,0438
80	80	80	13,7	13,9	13,9	5,989	5,9519	5,9643	1,0256	1,0341	1,0363
100	100	100	13,5	13,5	13,8	7,4863	7,4399	7,4554	1,0107	1,0044	1,0288
120	120	120	13,4	13,4	13,1	8,9836	8,9279	8,9465	1,0032	0,9969	0,9767
140	140	140	13,2	13,1	13	10,4808	10,4159	10,4376	0,9882	0,9746	0,9692

Tablo 4.130: $\theta=30^\circ$ için, $H=10\text{cm}$ derinliğinde sıcak su deşarjı jet merkez eksenini yörünge koordinatları (çarpma noktaları işaretlenmiştir).

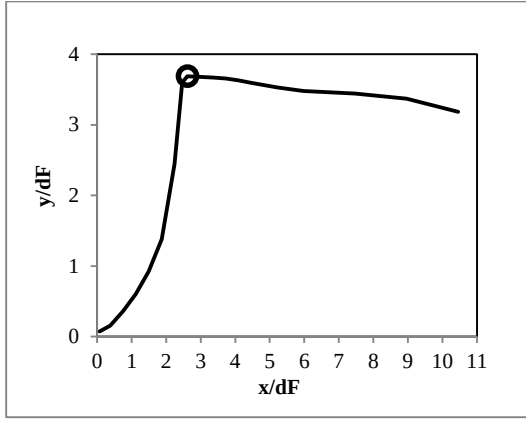
x [cm] (A)	x [cm] (B)	x [cm] (C)	y [cm] (A)	y [cm] (B)	y [cm] (C)	x/dF (A)	x/dF (B)	x/dF (C)	y/dF (A)	y/dF (B)	y/dF (C)
1	1	1	1	1	1	0,0746	0,0747	0,0746	0,0746	0,0747	0,0746
5	5	5	2	2	2	0,3728	0,3735	0,3728	0,1491	0,1494	0,1491
10	10	10	5	5,2	5	0,7455	0,7471	0,7455	0,3728	0,3885	0,3728
15	15	15	7,2	7	7,5	1,1183	1,1206	1,1183	0,5368	0,523	0,5592
18,5	18,8	19,5	9,9	9,9	9,9	1,3793	1,4045	1,4538	0,7381	0,7396	0,7381
20	20	20	9,7	9,7	9,8	1,4911	1,4942	1,4911	0,7232	0,7247	0,7306
25	25	25	9,6	9,7	9,7	1,8639	1,8677	1,8639	0,7157	0,7247	0,7232
30	30	30	9,6	9,6	9,6	2,2366	2,2413	2,2366	0,7157	0,7172	0,7157
35	35	35	9,5	9,5	9,5	2,6094	2,6148	2,6094	0,7083	0,7097	0,7083
40	40	40	9,4	9,4	9,4	2,9822	2,9884	2,9822	0,7008	0,7023	0,7008
60	60	60	9,1	9,3	9,3	4,4733	4,4825	4,4733	0,6784	0,6948	0,6934
80	80	80	9	9,1	9,2	5,9643	5,9767	5,9643	0,671	0,6799	0,6859
100	100	100	8,5	8,7	8,6	7,4554	7,4709	7,4554	0,6337	0,65	0,6412
120	120	120	8,3	8,5	8,4	8,9465	8,9651	8,9465	0,6188	0,635	0,6263
140	140	140	8,2	8,2	8,1	10,4376	10,4593	10,4376	0,6113	0,6126	0,6039

Tablo 4.131: $\theta=30^\circ$ için, $H=5\text{cm}$ derinliğinde sıcak su deşarjı jet merkez eksen yörünge koordinatları (çarpma noktaları işaretlenmiştir).

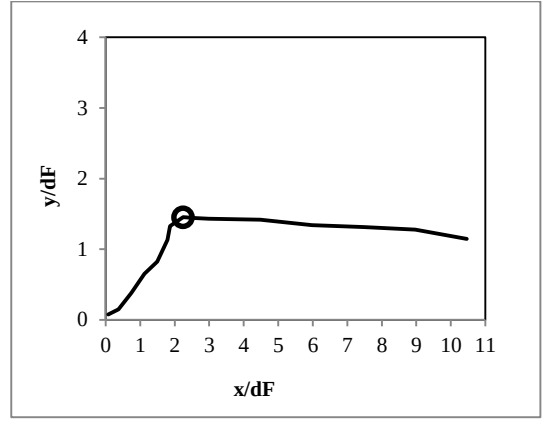
x [cm] (A)	x [cm] (B)	x [cm] (C)	y [cm] (A)	y [cm] (B)	y [cm] (C)	x/dF (A)	x/dF (B)	x/dF (C)	y/dF (A)	y/dF (B)	y/dF (C)
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1	1	1	1,8	1	1	0,0741	0,0749	0,0746	0,1334	0,0749	0,0746
5	5	5	2	2,2	2	0,3704	0,3743	0,3728	0,1482	0,1647	0,1491
10	10	10	3,5	3,7	3,9	0,7409	0,7486	0,7455	0,2593	0,277	0,2908
11,5	10,7	13	4,9	4,9	4,9	0,852	0,801	0,9692	0,363	0,3668	0,3653
15	15	15	4,8	4,7	4,8	1,1113	1,1229	1,1183	0,3556	0,3519	0,3579
20	20	20	4,6	4,6	4,7	1,4817	1,4973	1,4911	0,3408	0,3444	0,3504
25	25	25	4,7	4,6	4,6	1,8522	1,8716	1,8639	0,3482	0,3444	0,3429
30	30	30	4,5	4,5	4,5	2,2226	2,2459	2,2366	0,3334	0,3369	0,3355
35	35	35	4,4	4,4	4,4	2,593	2,6202	2,6094	0,326	0,3294	0,328
40	40	40	4,4	4,4	4,4	2,9635	2,9945	2,9822	0,326	0,3294	0,328
60	60	60	4,2	4,1	4,2	4,4452	4,4918	4,4733	0,3112	0,3069	0,3131
80	80	80	4	3,8	4,1	5,9269	5,989	5,9643	0,2963	0,2845	0,3057
100	100	100	3,8	3,7	3,9	7,4087	7,4863	7,4554	0,2815	0,277	0,2908
120	120	120	3,5	3,6	3,6	8,8904	8,9836	8,9465	0,2593	0,2695	0,2684
140	140	140	3,4	3,4	3,3	10,3721	10,4808	10,4376	0,2519	0,2545	0,246

4.3.2.4. $\theta=30^\circ$ için Sıcak Su Deşarjında Ortalama Jet Merkez Eksen Yörüngeleri

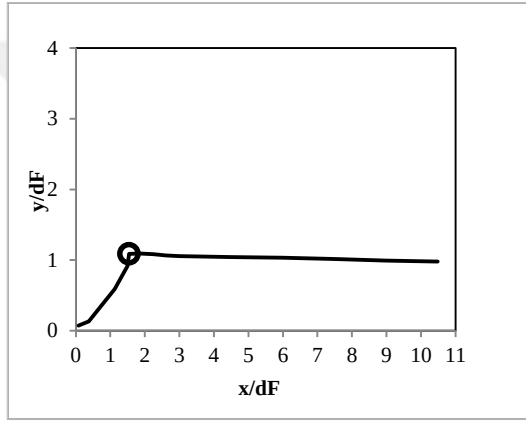
Deşarj derinliği H' ye bağlı olarak gerçekleştirilen $\theta=30^\circ$ deşarj deliği açısı için sıcak su deşarjı deneylerinin normalize edilmiş jet merkez eksen yörüngelerinin x/dF - y/dF olarak deneysel ölçüm noktalarının tüm deneyler için A serisi x/dF noktalarına enterpolasyon ile taşınmış ve ortalamaları alınmış profilleri x/dF - y/dF olarak Şekil 4.32'de verilmiştir. Normalize jet merkez eksen yörüngelerinin x/dF - y/dF sayısal değerleri de Tablo 4.132 ila 4.136'da verilmiştir. Şekil 4.32'den de görüldüğü gibi, jet merkez eksenleri deşarj derinliklerinin azalmasına bağlı olarak, derinliklerin büyüklüğüyle doğru orantılı bir şekilde çarpma noktası derinlikleri ve yoğunluk akıntılarının içerisindeki merkez eksenlerin düşey konumları da azalmışlardır. Yoğunluk akıntısı içi merkez eksenleri, çarpma noktası sonrası yatay eksen boyunca hareket ederlerken, konumlarında aşağı yönlü hareket gözlenmiştir. Hidrolik sıçrama sonucu oluşan bu hareketin etkisinin derinliğin değeri azaldıkça, azaldığı, çarpma noktası sonrası merkez eksenin sığlaşma arttıkça yatay eksene göre paralelleştiği belirlenmiştir.



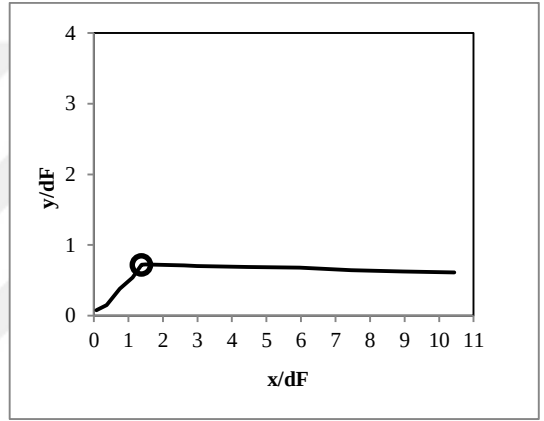
a. H=50cm



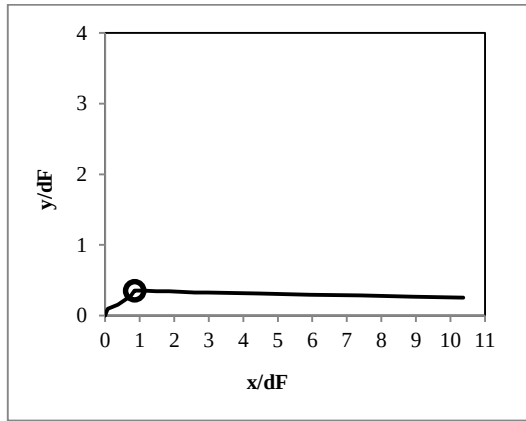
b. H=20cm



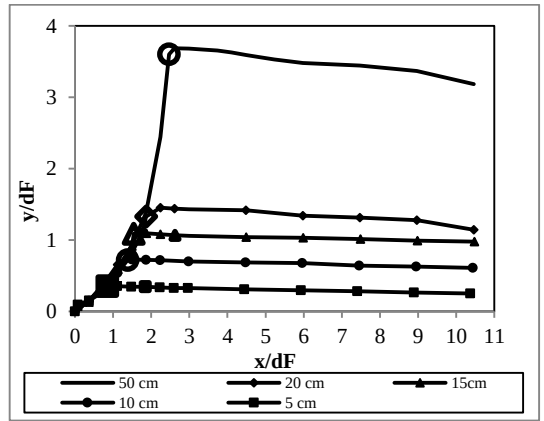
c. H=15cm



d. H=10cm



e. H=5cm



f. H değerlerine göre karşılaştırma

Şekil 4.32: $\theta=30^\circ$ için sıcak su deşarjında ortalama jet merkez eksenli yörüngeleri (çarpma noktaları işaretlenmiştir).

Tablo 4.132: $\theta=30^\circ$ için, H=50cm derinliğinde sıcak su deşarjında ortalama jet merkez eksenî yörünge koordinatları. (çarpma noktaları işaretlenmiştir).

x/dF (A)	y/dF (A)	y/dF (B)	y/dF (C)	Ort y/dF	x/dF (A)	y/dF (A)	y/dF (B)	y/dF (C)	Ort y/dF
0,0747	0,0747	0,0743	0,0747	0,0746	3,3619	3,6682	3,6582	3,6832	3,6699
0,3735	0,1494	0,1650	0,1494	0,1546	3,7354	3,6607	3,6345	3,6757	3,6570
0,7471	0,3735	0,4036	0,2988	0,3586	4,1090	3,6234	3,5972	3,6682	3,6296
1,1206	0,5977	0,6146	0,5977	0,6033	4,4825	3,5860	3,5613	3,6234	3,5902
1,4942	0,9712	0,9015	0,8965	0,9231	4,8561	3,5487	3,5349	3,6010	3,5615
1,8677	1,3448	1,2999	1,4942	1,3796	5,2296	3,5263	3,4782	3,5860	3,5301
2,2413	2,5401	2,4083	2,3907	2,4464	5,9767	3,4740	3,4152	3,5487	3,4793
2,4654	3,7280	3,6843	3,3937	3,6020	7,4709	3,4516	3,4049	3,4740	3,4435
2,6148	3,6981	3,6677	3,6981	3,6880	8,9651	3,3768	3,3264	3,3993	3,3675
2,9884	3,6757	3,6737	3,6906	3,6800	10,4593	3,1751	3,1770	3,1975	3,1832

Tablo 4.133: $\theta=30^\circ$ için, H=20cm derinliğinde sıcak su deşarjında ortalama jet merkez eksenî yörünge koordinatları (çarpma noktaları işaretlenmiştir).

x/dF (A)	y/dF (A)	y/dF (B)	y/dF (C)	Ort y/dF	x/dF (A)	y/dF (A)	y/dF (B)	y/dF (C)	Ort y/dF
0,0747	0,0747	0,0745	0,0745	0,0746	2,6148	1,4494	1,4431	1,4282	1,4402
0,3735	0,1345	0,1646	0,1497	0,1496	2,9884	1,4419	1,4357	1,4210	1,4329
0,7471	0,3735	0,3889	0,3750	0,3791	4,4825	1,4269	1,4127	1,4201	1,4199
1,1206	0,5977	0,6340	0,7312	0,6543	5,9767	1,3448	1,3386	1,3460	1,3431
1,4942	0,8218	0,7617	0,8951	0,8262	7,4709	1,3298	1,3014	1,3088	1,3133
1,7930	1,4867	0,8992	1,0087	1,1315	8,9651	1,2850	1,2694	1,2759	1,2768
1,8677	1,4643	1,0446	1,4805	1,3298	10,4593	1,1505	1,1574	1,1265	1,1448
2,2413	1,4568	1,4506	1,4502	1,4525	-	-	-	-	-

Tablo 4.134: $\theta=30^\circ$ için, H=15cm derinliğinde sıcak su deşarjında ortalama jet merkez eksenî yörünge koordinatları (çarpma noktaları işaretlenmiştir).

x/dF (A)	y/dF (A)	y/dF (B)	y/dF (C)	Ort y/dF	x/dF (A)	y/dF (A)	y/dF (B)	y/dF (C)	Ort y/dF
0,0749	0,0749	0,0745	0,0672	0,0722	2,6202	1,0631	1,0636	1,0731	1,0666
0,3743	0,1123	0,1502	0,1277	0,1301	2,9945	1,0556	1,0564	1,0585	1,0568
0,7486	0,3369	0,3743	0,3598	0,3570	4,4918	1,0331	1,0487	1,0436	1,0418
1,1229	0,5989	0,5637	0,6000	0,5875	5,9890	1,0256	1,0334	1,0362	1,0317
1,4973	0,8759	0,8936	0,9754	0,9150	7,4863	1,0107	1,0042	1,0278	1,0142
1,5422	1,1155	1,0419	1,1094	1,0889	8,9836	1,0032	0,9961	0,9765	0,9919
1,8716	1,0930	1,0932	1,0956	1,0939	10,4808	0,9882	0,9737	0,9690	0,9769
2,2459	1,0855	1,0782	1,0809	1,0815	-	-	-	-	-

Tablo 4.135: $\theta=30^\circ$ için, H=10cm derinliğinde sıcak su deşarjında ortalama jet merkez eksen yörünge koordinatları (çarpma noktaları işaretlenmiştir).

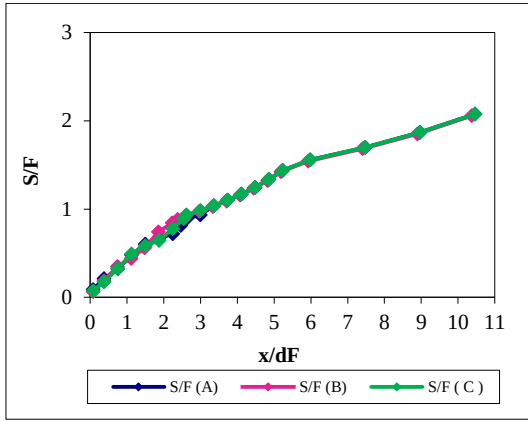
x/dF (A)	y/dF (A)	y/dF (B)	y/dF (C)	Ort y/dF	x/dF (A)	y/dF (A)	y/dF (B)	y/dF (C)	Ort y/dF
0,0746	0,0746	0,0747	0,0746	0,0746	2,6094	0,7083	0,7098	0,7083	0,7088
0,3728	0,1491	0,1492	0,1491	0,1491	2,9822	0,7008	0,7024	0,7008	0,7013
0,7455	0,3728	0,3875	0,3728	0,3777	4,4733	0,6784	0,6948	0,6934	0,6889
1,1183	0,5368	0,5212	0,5592	0,5390	5,9643	0,6710	0,6800	0,6859	0,6790
1,3793	0,7381	0,7203	0,6983	0,7189	7,4554	0,6337	0,6503	0,6412	0,6417
1,4911	0,7232	0,7252	0,7306	0,7263	8,9465	0,6188	0,6352	0,6263	0,6268
1,8639	0,7157	0,7247	0,7232	0,7212	10,4376	0,6113	0,6129	0,6039	0,6094
2,2366	0,7157	0,7173	0,7157	0,7162	-	-	-	-	-

Tablo 4.136: $\theta=30^\circ$ için, H=5cm derinliğinde sıcak su deşarjında ortalama jet merkez eksen yörünge koordinatları (çarpma noktaları işaretlenmiştir).

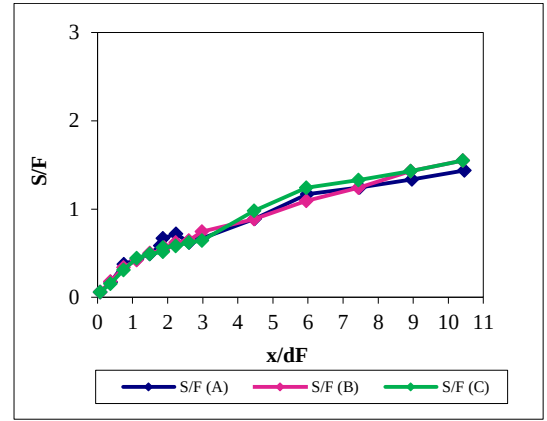
x/dF (A)	y/dF (A)	y/dF (B)	y/dF (C)	Ort y/dF	x/dF (A)	y/dF (A)	y/dF (B)	y/dF (C)	Ort y/dF
0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	2,2226	0,3334	0,3373	0,3358	0,3355
0,0741	0,1334	0,0741	0,0741	0,0938	2,5930	0,3260	0,3299	0,3284	0,3281
0,3704	0,1482	0,1635	0,1485	0,1534	2,9635	0,3260	0,3294	0,3280	0,3278
0,7409	0,2593	0,2747	0,2890	0,2743	4,4452	0,3112	0,3076	0,3134	0,3107
0,8520	0,3630	0,3645	0,3262	0,3512	5,9269	0,2963	0,2854	0,3059	0,2959
1,1113	0,3556	0,3524	0,3582	0,3554	7,4087	0,2815	0,2774	0,2912	0,2834
1,4817	0,3408	0,3447	0,3506	0,3454	8,8904	0,2593	0,2700	0,2692	0,2662
1,8522	0,3482	0,3444	0,3432	0,3453	10,3721	0,2519	0,2556	0,2470	0,2515

4.3.2.5. $\theta=30^\circ$ için Sıcak Su Deşarjında Jet Merkez eksen Boyunca Yatay Seyrelme Değişimi

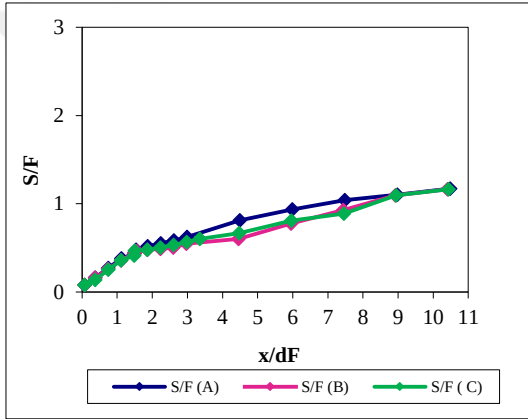
Gerçekleştiren sıcak su deşarjları deliğin açısı $\theta=30^\circ$ için boyutsuz x/dF yatay uzaklığına, H bağlı olarak jet merkezlerindeki yatay seyrelme değişimi Şekil 4.33'te görülmektedir. Aynı zamanda x/dF yatay uzaklığına bağlı olarak jet merkezlerindeki yatay seyrelme değişimi Tablo 4.137 ila 4.141'de sayısal olarak verilmiştir.



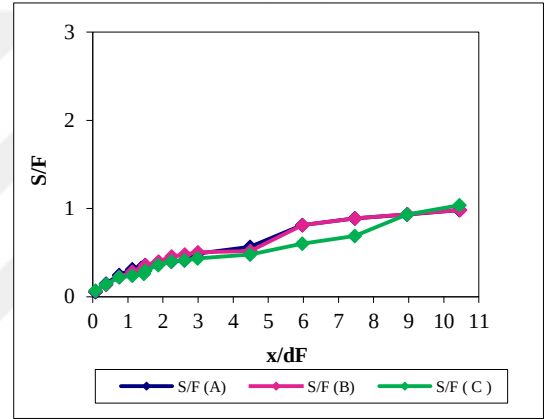
a. H=50cm



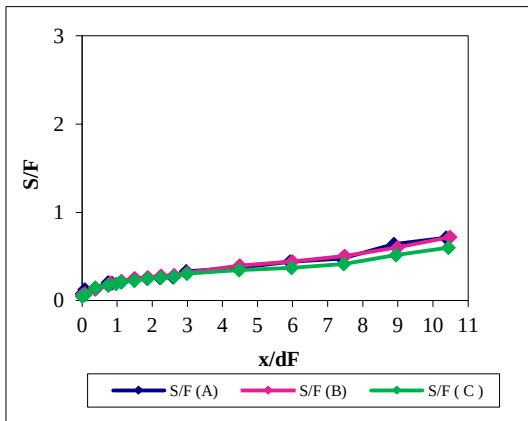
b. H=20cm



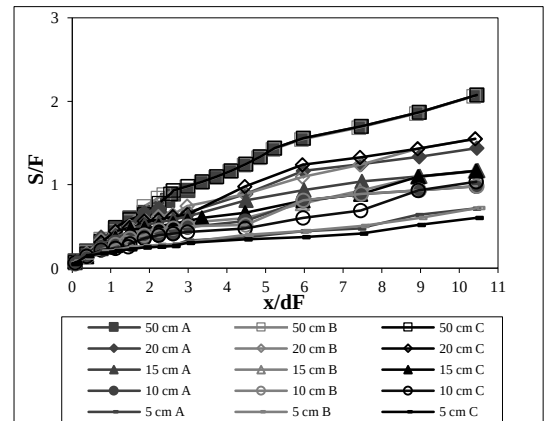
c. H=15cm



d. H=10cm



e. H=5cm



f. H değerlerine göre karşılaştırma

Şekil 4.33: $\theta=30^\circ$ için azalan H değerlerine göre sıcak su deşarjında jet merkez eksenı boyunca yatay seyrelme değışimi.

Tablo 4.137: $\theta=30^\circ$ için, $H=50\text{cm}$ derinliğinde sıcak su deşarjı jet merkez eksenini boyunca yatay seyrelme değişimi (çarpma noktaları işaretlenmiştir).

x/dF (A)	S (A)	S/F (A)	x/dF (B)	S (B)	S/F (B)	x/dF (C)	S (C)	S/F (C)
0,0747	2,34	0,0873	0,0741	1,72	0,0639	0,0747	1,92	0,0718
0,3735	5,62	0,2099	0,3704	5,05	0,1871	0,3735	4,67	0,1746
0,7471	8,62	0,3220	0,7409	9,43	0,3495	0,7471	8,62	0,3220
1,1206	12,82	0,4789	1,1113	11,90	0,4410	1,1206	13,16	0,4915
1,4942	16,13	0,6025	1,4817	15,15	0,5613	1,4942	15,63	0,5837
1,8677	17,86	0,6670	1,8522	20,00	0,7409	1,8677	17,24	0,6440
2,2413	19,23	0,7184	2,2226	22,73	0,8419	2,2413	20,83	0,7782
2,4654	21,74	0,8121	2,3708	23,81	0,8820	2,5401	23,81	0,8894
2,6148	23,81	0,8894	2,5930	25,00	0,9261	2,6148	25,00	0,9339
2,9884	25,00	0,9339	2,9635	26,32	0,9748	2,9884	26,32	0,9830
3,3619	27,78	1,0376	3,3339	27,78	1,0290	3,3619	27,78	1,0376
3,7354	29,41	1,0987	3,7043	29,41	1,0895	3,7354	29,41	1,0987
4,1090	31,25	1,1673	4,0748	31,25	1,1576	4,1090	31,25	1,1673
4,4825	33,33	1,2451	4,4452	33,33	1,2348	4,4825	33,33	1,2451
4,8561	35,71	1,3341	4,8156	35,71	1,3230	4,8561	35,71	1,3341
5,2296	38,46	1,4367	5,1861	38,46	1,4247	5,2296	38,46	1,4367
5,9767	41,67	1,5564	5,9269	41,67	1,5435	5,9767	41,67	1,5564
7,4709	45,45	1,6979	7,4087	45,45	1,6838	7,4709	45,45	1,6979
8,9651	50,00	1,8677	8,8904	50,00	1,8522	8,9651	50,00	1,8677
10,459	55,56	2,0752	10,3721	55,56	2,0580	10,4593	55,56	2,0752

Tablo 4.138: $\theta=30^\circ$ için, $H=20\text{cm}$ derinliğinde sıcak su deşarjı jet merkez eksenini boyunca yatay seyrelme değişimi (çarpma noktaları işaretlenmiştir).

x/dF (A)	S (A)	S/F (A)	x/dF (B)	S (B)	S/F (B)	x/dF (C)	S (C)	S/F (C)
0,0747	1,55	0,0578	0,0744	1,56	0,0581	0,0744	1,57	0,0585
0,3735	4,55	0,1698	0,372	4,76	0,1771	0,372	4,1	0,1525
0,7471	10	0,3735	0,744	9,09	0,3382	0,744	8,33	0,31
1,1206	11,63	0,4344	1,116	11,36	0,4227	1,116	11,9	0,4429
1,4942	13,16	0,4915	1,488	13,51	0,5027	1,488	13,16	0,4895
1,793	15,63	0,5837	-	-	-	-	-	-
1,8677	17,86	0,667	1,86	14,29	0,5314	1,86	13,89	0,5167
-	-	-	1,8972	15,15	0,5636	1,8674	15,15	0,5636
2,2413	19,23	0,7184	2,232	16,67	0,62	2,232	15,63	0,5812
2,6148	16,67	0,6226	2,604	17,24	0,6414	2,604	16,67	0,62
2,9884	17,86	0,667	2,976	20	0,744	2,976	17,24	0,6414
4,4825	23,81	0,8894	4,4639	23,81	0,8857	4,4639	26,32	0,9789
5,9767	31,25	1,1673	5,9519	29,41	1,0941	5,9519	33,33	1,24
7,4709	33,33	1,2451	7,4399	33,33	1,24	7,4399	35,71	1,3286
8,9651	35,71	1,3341	8,9279	38,46	1,4308	8,9279	38,46	1,4308
10,4593	38,46	1,4367	10,4159	41,67	1,55	10,4159	41,67	1,55

Tablo 4.139: $\theta=30^\circ$ için, $H=15\text{cm}$ derinliğinde sıcak su deşarjı jet merkez eksenı boyunca yatay seyrelme değışimi (çarpma noktaları işaretlenmiştir).

x/dF (A)	S (A)	S/F (A)	x/dF (B)	S (B)	S/F (B)	x/dF (C)	S (C)	S/F (C)
0,0749	2,13	0,0796	0,0744	2,14	0,0795	0,0746	2,13	0,0793
0,3743	4,31	0,1613	0,3720	4,27	0,1590	0,3728	3,73	0,1391
0,7486	7,25	0,2712	0,7440	7,04	0,2620	0,7455	6,76	0,2519
1,1229	10,20	0,3820	1,1160	9,62	0,3577	1,1183	9,62	0,3584
1,4973	11,63	0,4352	1,4880	11,90	0,4429	1,4911	11,11	0,4142
1,5422	12,82	0,4799	1,5624	12,50	0,4650	1,5060	12,50	0,4660
1,8716	13,89	0,5199	1,8600	12,82	0,4769	1,8639	12,82	0,4779
2,2459	14,71	0,5505	2,2320	13,16	0,4895	2,2366	13,51	0,5037
2,6202	15,63	0,5849	2,6040	13,51	0,5027	2,6094	14,29	0,5325
2,9945	16,67	0,6239	2,9760	14,71	0,5471	2,9822	15,15	0,5648
-	-	-	-	-	-	3,3549	16,13	0,6012
4,4918	21,74	0,8137	4,4639	16,13	0,6000	4,4733	17,86	0,6657
5,9890	25,00	0,9358	5,9519	20,83	0,7750	5,9643	21,74	0,8104
7,4863	27,78	1,0398	7,4399	25,00	0,9300	7,4554	23,81	0,8876
8,9836	29,41	1,1009	8,9279	29,41	1,0941	8,9465	29,41	1,0964
10,4808	31,25	1,1697	10,4159	31,25	1,1625	10,4376	31,25	1,1649

Tablo 4.140: $\theta=30^\circ$ için, $H=10\text{cm}$ derinliğinde sıcak su deşarjı jet merkez eksenı boyunca yatay seyrelme değışimi (çarpma noktaları işaretlenmiştir).

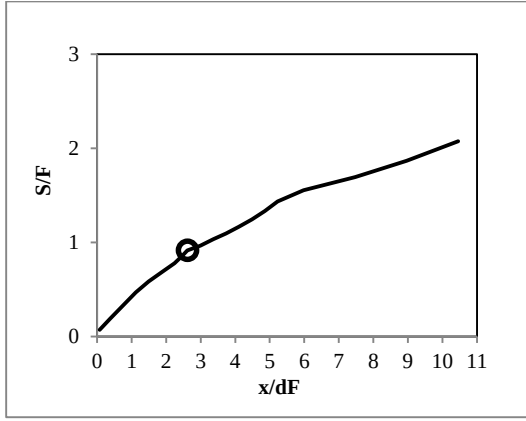
x/dF (A)	S (A)	S/F (A)	x/dF (B)	S (B)	S/F (B)	x/dF (C)	S (C)	S/F (C)
0,0746	1,45	0,0539	0,0747	1,75	0,0653	0,0746	1,82	0,0680
0,3728	4,00	0,1491	0,3735	3,57	0,1334	0,3728	3,79	0,1412
0,7455	6,58	0,2452	0,7471	6,02	0,2250	0,7455	5,88	0,2193
1,1183	8,33	0,3106	1,1206	7,58	0,2830	1,1183	6,41	0,2390
1,3793	8,77	0,3270	1,4045	8,20	0,3062	1,4538	6,94	0,2589
1,4911	9,62	0,3584	1,4942	9,62	0,3592	1,4911	7,81	0,2912
1,8639	10,20	0,3804	1,8677	10,64	0,3974	1,8639	9,62	0,3584
2,2366	10,64	0,3966	2,2413	12,20	0,4555	2,2366	10,64	0,3966
2,6094	11,11	0,4142	2,6148	12,82	0,4789	2,6094	11,11	0,4142
2,9822	13,16	0,4905	2,9884	13,51	0,5048	2,9822	11,63	0,4335
4,4733	15,15	0,5648	4,4825	13,89	0,5188	4,4733	12,82	0,4779
5,9643	21,74	0,8104	5,9767	21,74	0,8121	5,9643	16,13	0,6012
7,4554	23,81	0,8876	7,4709	23,81	0,8894	7,4554	18,52	0,6903
8,9465	25,00	0,9319	8,9651	25,00	0,9339	8,9465	25,00	0,9319
10,4376	26,32	0,9810	10,4593	26,32	0,9830	10,4376	27,78	1,0355

Tablo 4.141: $\theta=30^\circ$ için, $H=5\text{cm}$ derinliğinde sıcak su deşarjı jet merkez eksenı boyunca yatay seyrelme değışimi (çarpma noktaları işaretlenmiştir).

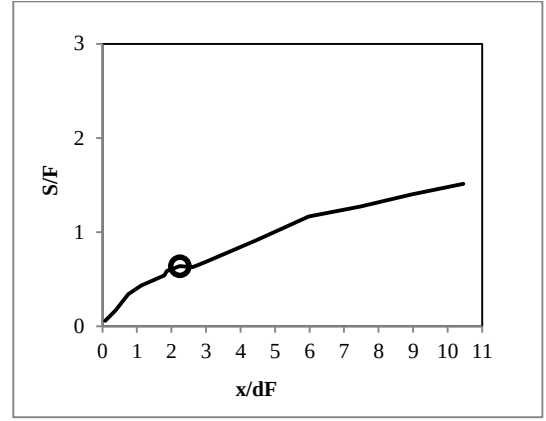
x/dF (A)	S (A)	S/F (A)	x/dF (B)	S (B)	S/F (B)	x/dF (C)	S (C)	S/F (C)
0,0000	2,12	0,0785	0,0000	1,64	0,0616	0,0000	1,35	0,0502
0,0741	3,40	0,1260	0,0749	2,14	0,0800	0,0746	1,72	0,0641
0,3704	3,65	0,1352	0,3743	3,45	0,1291	0,3728	3,91	0,1456
0,7409	5,56	0,2058	0,7486	4,55	0,1701	0,7455	4,72	0,1758
0,8520	5,32	0,1970	0,8010	5,32	0,1991	0,9692	5,10	0,1902
1,1113	5,81	0,2154	1,1229	5,81	0,2176	1,1183	5,56	0,2071
1,4817	6,58	0,2437	1,4973	6,76	0,2529	1,4911	6,10	0,2273
1,8522	6,76	0,2503	1,8716	7,04	0,2636	1,8639	6,67	0,2485
2,2226	6,94	0,2572	2,2459	7,46	0,2793	2,2366	6,94	0,2589
2,5930	7,14	0,2646	2,6202	7,69	0,2879	2,6094	7,25	0,2701
2,9635	8,93	0,3307	2,9945	8,47	0,3172	2,9822	8,20	0,3056
4,4452	10,00	0,3704	4,4918	10,64	0,3982	4,4733	9,26	0,3452
5,9269	11,90	0,4410	5,9890	11,90	0,4456	5,9643	10,00	0,3728
7,4087	12,82	0,4749	7,4863	13,51	0,5058	7,4554	11,11	0,4142
8,8904	17,24	0,6387	8,9836	16,13	0,6037	8,9465	13,89	0,5177
10,3721	19,23	0,7124	10,4808	19,23	0,7198	10,4376	16,13	0,6012

4.3.2.6. $\theta=30^\circ$ için Sıcak Su Deşarjında Jet Merkez eksenı Boyunca Ortalama Yatay Seyrelme Değişimi

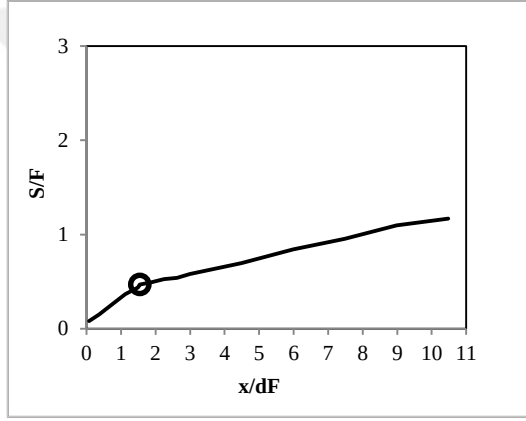
Gerçekleştiren sıcak su deşarjlarının deliğın açısı $\theta=30^\circ$ için x/dF yatay uzaklığına, H değerlerine bağılı olarak jet merkezlerindeki ortalama yatay seyrelme değışimleri Şekil 4.34’de görülmektedir. Yatay seyrelme değışimlerinin veri setleri Tablo 4.142 ila 4.146’da sayısal olarak verilmiştir. Şekil 4.34’den de görüleceğı üzere, derinliğin sığlaşması ile birlikte, çarpma noktası öncesinde ve sonrasında derinlik azaldıkça jet merkez eksenindeki yatay seyrelme değeri de s en serbest hale ($H=50\text{cm}$) göre ve daha derindeki deneysel sonuçlara göre daha küçük değeri almaktadırlar. Sığlaşmanın sadece çarpma noktasında değıl çarpma öncesinde ve sonrasında jet içi ve yoğunluk akıntısı içi yatay seyrilmeleri küçük değeri doğru kaydırđığı belirlenmiştir.



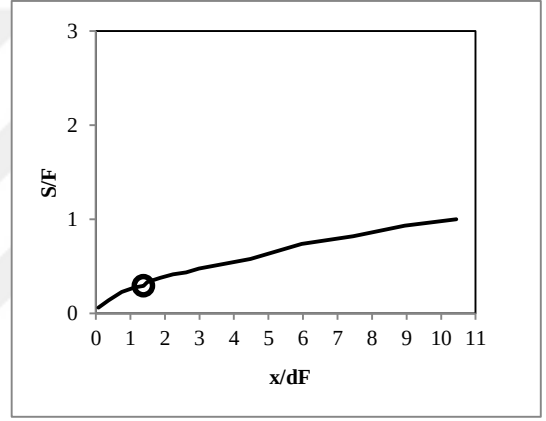
a. H=50cm



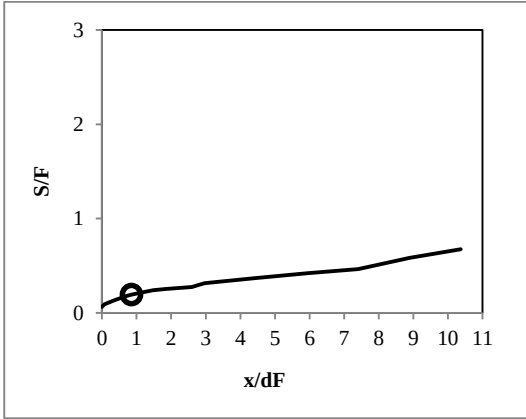
b. H=20cm



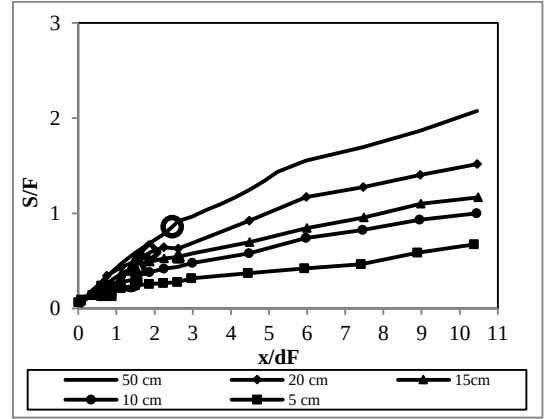
c. H=15cm



d. H=10cm



e. H=5cm



f. H değerlerine göre karşılaştırma

Şekil 4.34: $\theta=30^\circ$ için azalan H değerlerine göre sıcak su deşarjında jet merkez eksenı boyunca ortalama yatay seyrelme değışimi (çarpma noktaları işaretlenmiştir).

Tablo 4.142: $\theta=30^\circ$ için, H=50cm derinliğinde sıcak su deşarjı jet merkez eksenini boyunca ortalama yatay seyrelme değişimi (çarpma noktaları işaretlenmiştir).

x/dF (A)	S/F (A)	S/F (B)	S/F (C)	Ort S/F	x/dF (A)	S/F (A)	S/F (B)	S/F (C)	Ort S/F
0,0747	0,0873	0,0641	0,0718	0,0744	3,3619	1,0376	1,0336	1,0376	1,0363
0,3735	0,2099	0,1885	0,1746	0,1910	3,7354	1,0987	1,0952	1,0987	1,0975
0,7471	0,3220	0,3510	0,3220	0,3317	4,1090	1,1673	1,1647	1,1673	1,1665
1,1206	0,4789	0,4440	0,4915	0,4715	4,4825	1,2451	1,2437	1,2451	1,2447
1,4942	0,6025	0,5673	0,5837	0,5845	4,8561	1,3341	1,3341	1,3341	1,3341
1,8677	0,6670	0,7451	0,6440	0,6854	5,2296	1,4367	1,4317	1,4367	1,4350
2,2413	0,7184	0,8469	0,7782	0,7812	5,9767	1,5564	1,5482	1,5564	1,5537
2,4654	0,8121	0,9008	0,8616	0,8581	7,4709	1,6979	1,6909	1,6979	1,6956
2,6148	0,8894	0,9289	0,9339	0,9174	8,9651	1,8677	1,8625	1,8677	1,8660
2,9884	0,9339	0,9785	0,9830	0,9651	10,4593	2,0752	2,0701	2,0752	2,0735

Tablo 4.143: $\theta=30^\circ$ için, H=20cm derinliğinde sıcak su deşarjı jet merkez eksenini boyunca ortalama yatay seyrelme değişimi (çarpma noktaları işaretlenmiştir).

x/dF (A)	S/F (A)	S/F (B)	S/F (C)	Ort S/F	x/dF (A)	S/F (A)	S/F (B)	S/F (C)	Ort S/F
0,0747	0,0578	0,0582	0,0586	0,0582	2,6148	0,6226	0,6444	0,6206	0,6292
0,3735	0,1698	0,1778	0,1531	0,1669	2,9884	0,6670	0,7452	0,6442	0,6855
0,7471	0,3735	0,3389	0,3111	0,3412	4,4825	0,8894	0,8883	0,9822	0,9200
1,1206	0,4344	0,4237	0,4434	0,4338	5,9767	1,1673	1,0965	1,2415	1,1684
1,4942	0,4915	0,5032	0,4899	0,4949	7,4709	1,2451	1,2440	1,3307	1,2733
1,7930	0,5837	0,5263	0,5118	0,5406	8,9651	1,3341	1,4337	1,4337	1,4005
1,8677	0,6670	0,5381	0,5636	0,5896	10,4593	1,4367	1,5535	1,5535	1,5145
2,2413	0,7184	0,6205	0,5822	0,6404	-	-	-	-	-

Tablo 4.144: $\theta=30^\circ$ için, H=15cm derinliğinde sıcak su deşarjı jet merkez eksenini boyunca ortalama yatay seyrelme değişimi (çarpma noktaları işaretlenmiştir).

x/dF (A)	S/F (A)	S/F (B)	S/F (C)	Ort S/F	x/dF (A)	S/F (A)	S/F (B)	S/F (C)	Ort S/F
0,0749	0,0796	0,0796	0,0794	0,0795	2,6202	0,5849	0,5046	0,5335	0,5410
0,3743	0,1613	0,1596	0,1396	0,1535	2,9945	0,6239	0,5477	0,5656	0,5791
0,7486	0,2712	0,2632	0,2528	0,2624	4,4918	0,8137	0,6033	0,6675	0,6948
1,1229	0,3820	0,3593	0,3591	0,3668	5,9890	0,9358	0,7789	0,8117	0,8421
1,4973	0,4352	0,4456	0,4356	0,4388	7,4863	1,0398	0,9351	0,8919	0,9556
1,5422	0,4799	0,4590	0,4672	0,4687	8,9836	1,1009	1,0967	1,0981	1,0986
1,8716	0,5199	0,4773	0,4784	0,4919	10,4808	1,1697	1,1655	1,1669	1,1674
2,2459	0,5505	0,4900	0,5333	0,5246	-	-	-	-	-

Tablo 4.145: $\theta=30^\circ$ için, H=10cm derinliğinde sıcak su deşarjı jet merkez eksenini boyunca ortalama yatay seyrelme değişimi (çarpma noktaları işaretlenmiştir).

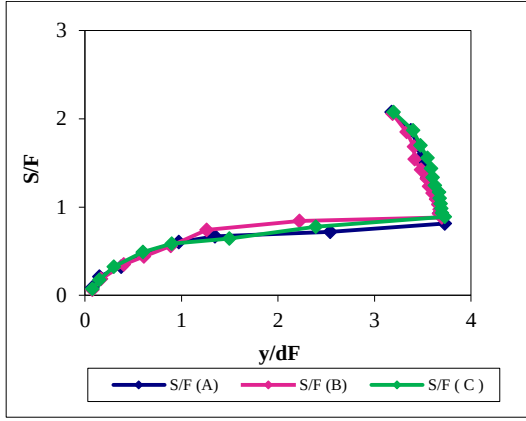
x/dF (A)	S/F (A)	S/F (B)	S/F (C)	Ort S/F	x/dF (A)	S/F (A)	S/F (B)	S/F (C)	Ort S/F
0,0746	0,0539	0,0653	0,0680	0,0624	2,6094	0,4142	0,4786	0,4142	0,4356
0,3728	0,1491	0,1332	0,1412	0,1412	2,9822	0,4905	0,5044	0,4335	0,4761
0,7455	0,2452	0,2246	0,2193	0,2297	4,4733	0,5648	0,6948	0,4779	0,5792
1,1183	0,3106	0,2828	0,2390	0,2775	5,9643	0,8104	0,8096	0,6012	0,7404
1,3793	0,3270	0,3041	0,2544	0,2952	7,4554	0,8876	0,8886	0,6903	0,8222
1,4911	0,3584	0,3573	0,2912	0,3357	8,9465	0,9319	0,9333	0,9319	0,9324
1,8639	0,3804	0,3970	0,3584	0,3786	10,4376	0,9810	0,9823	1,0355	0,9996
2,2366	0,3966	0,4548	0,3966	0,4160	-	-	-	-	-

Tablo 4.146: $\theta=30^\circ$ için, H=5cm derinliğinde sıcak su deşarjı jet merkez eksenini boyunca ortalama yatay seyrelme değişimi (çarpma noktaları işaretlenmiştir).

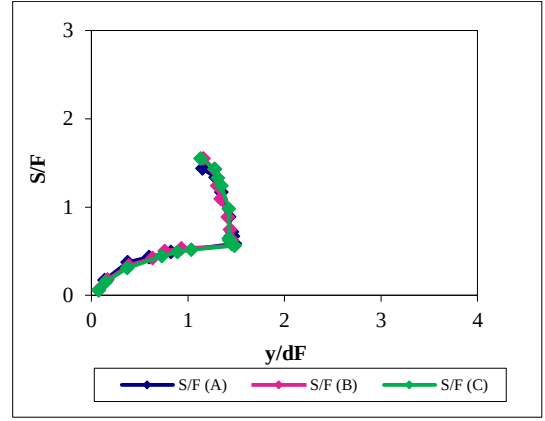
x/dF (A)	S/F (A)	S/F (B)	S/F (C)	Ort S/F	x/dF (A)	S/F (A)	S/F (B)	S/F (C)	Ort S/F
0,0000	0,0785	0,0616	0,0502	0,0634	2,2226	0,2572	0,2784	0,2585	0,2647
0,0741	0,1260	0,0798	0,0640	0,0899	2,5930	0,2646	0,2873	0,2696	0,2738
0,3704	0,1352	0,1284	0,1450	0,1362	2,9635	0,3307	0,3148	0,3038	0,3164
0,7409	0,2058	0,1693	0,1755	0,1835	4,4452	0,3704	0,3957	0,3444	0,3702
0,8520	0,1970	0,2020	0,1827	0,1939	5,9269	0,4410	0,4436	0,3721	0,4189
1,1113	0,2154	0,2170	0,2063	0,2129	7,4087	0,4749	0,5027	0,4129	0,4635
1,4817	0,2437	0,2515	0,2268	0,2407	8,8904	0,6387	0,5976	0,5138	0,5834
1,8522	0,2503	0,2630	0,2478	0,2537	10,3721	0,7124	0,7114	0,5976	0,6738

4.3.2.7. $\theta=30^\circ$ için Sıcak Su Deşarjında Jet Merkez eksenini Boyunca Düşey Seyrelme Değişimi

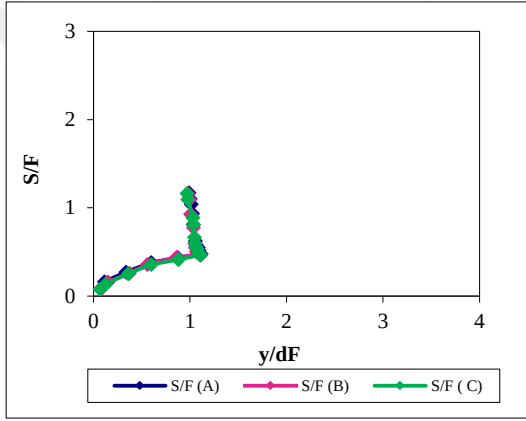
Gerçekleştiren sıcak su deşarjları deliğin açısı $\theta=30^\circ$ için boyutsuz y/dF düşey uzaklığına, H bağlı olarak jet merkezlerindeki düşey seyrelme değişimi Şekil 4.35 'te görülmektedir aynı zamanda y/dF düşey uzaklığına bağlı olarak jet merkezlerindeki düşey seyrelme değişimi Tablo 4.147 ila 4.151'de sayısal olarak verilmiştir.



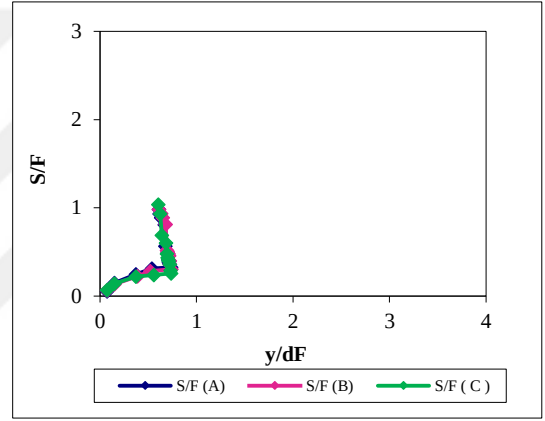
a. H=50cm



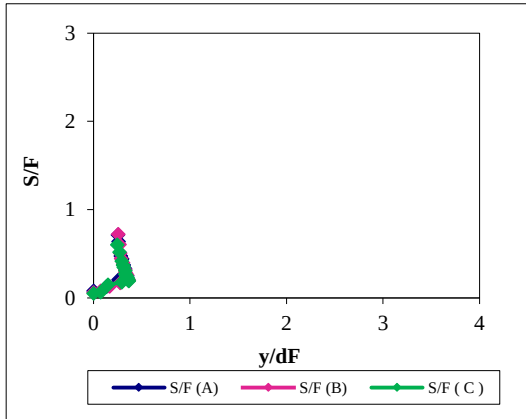
b. H=20cm



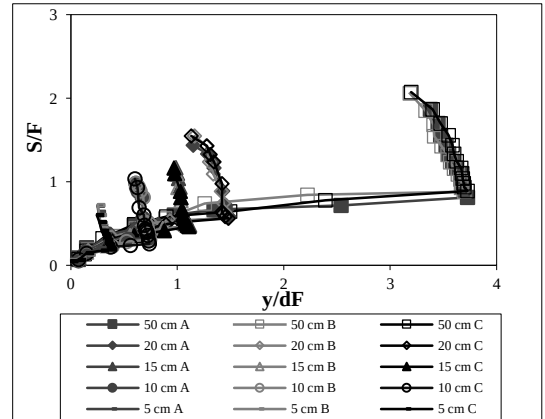
c. H=15cm



d. H=10cm



e. H=5cm



f. H değerlerine göre karşılaştırma

Şekil 4.35: $\theta=30^\circ$ için azalan H değerine bağlı olarak sıcak su deşarjı jet merkez eksenı boyunca düşey seyrelme değişimi.

Tablo 4.147: $\theta=30^\circ$ için, $H=50\text{cm}$ derinliğinde sıcak su deşarjı jet merkez eksenı boyunca düşey seyrelme değışimi (çarpma noktaları işaretlenmiştir).

y/dF (A)	S (A)	S/F (A)	y/dF (B)	S (B)	S/F (B)	y/dF (C)	S (C)	S/F (C)
0,0747	2,34	0,0873	0,0741	1,72	0,0639	0,0747	1,92	0,0718
0,1494	5,62	0,2099	0,163	5,05	0,1871	0,1494	4,67	0,1746
0,3735	8,62	0,322	0,4001	9,43	0,3495	0,2988	8,62	0,322
0,5977	12,82	0,4789	0,6075	11,9	0,441	0,5977	13,16	0,4915
0,9712	16,13	0,6025	0,889	15,15	0,5613	0,8965	15,63	0,5837
1,3448	17,86	0,667	1,2595	20	0,7409	1,4942	17,24	0,644
2,5401	19,23	0,7184	2,2226	22,73	0,8419	2,3907	20,83	0,7782
3,728	21,74	0,8121	3,6969	23,81	0,882	3,728	23,81	0,8894
3,6981	23,81	0,8894	3,6673	25	0,9261	3,6981	25	0,9339
3,6757	25	0,9339	3,6747	26,32	0,9748	3,6906	26,32	0,983
3,6682	27,78	1,0376	3,6599	27,78	1,029	3,6832	27,78	1,0376
3,6607	29,41	1,0987	3,6377	29,41	1,0895	3,6757	29,41	1,0987
3,6234	31,25	1,1673	3,6006	31,25	1,1576	3,6682	31,25	1,1673
3,586	33,33	1,2451	3,5636	33,33	1,2348	3,6234	33,33	1,2451
3,5487	35,71	1,3341	3,5413	35,71	1,323	3,601	35,71	1,3341
3,5263	38,46	1,4367	3,4821	38,46	1,4247	3,586	38,46	1,4367
3,474	41,67	1,5564	3,4154	41,67	1,5435	3,5487	41,67	1,5564
3,4516	45,45	1,6979	3,408	45,45	1,6838	3,474	45,45	1,6979
3,3768	50	1,8677	3,3339	50	1,8522	3,3993	50	1,8677
3,1751	55,56	2,0752	3,1857	55,56	2,058	3,1975	55,56	2,0752

Tablo 4.148: $\theta=30^\circ$ için, $H=20\text{cm}$ derinliğinde sıcak su deşarjı jet merkez eksenı boyunca düşey seyrelme değışimi (çarpma noktaları işaretlenmiştir).

y/dF (A)	S (A)	S/F (A)	y/dF (B)	S (B)	S/F (B)	y/dF (C)	S (C)	S/F (C)
0,0747	1,55	0,0578	0,0744	1,56	0,0581	0,0744	1,57	0,0585
0,1345	4,55	0,1698	0,1637	4,76	0,1771	0,1488	4,1	0,1525
0,3735	10	0,3735	0,3869	9,09	0,3382	0,372	8,33	0,31
0,5977	11,63	0,4344	0,6324	11,36	0,4227	0,7291	11,9	0,4429
0,8218	13,16	0,4915	0,7589	13,51	0,5027	0,8928	13,16	0,4895
1,4867	15,63	0,5837	-	-	-	-	-	-
1,4643	17,86	0,667	0,93	14,29	0,5314	1,0341	13,89	0,5167
-	-	-	1,4805	15,15	0,5636	1,4805	15,15	0,5636
1,4568	19,23	0,7184	1,4508	16,67	0,62	1,4508	15,63	0,5812
1,4494	16,67	0,6226	1,4433	17,24	0,6414	1,4285	16,67	0,62
1,4419	17,86	0,667	1,4359	20	0,744	1,421	17,24	0,6414
1,4269	23,81	0,8894	1,4136	23,81	0,8857	1,421	26,32	0,9789
1,3448	31,25	1,1673	1,3392	29,41	1,0941	1,3466	33,33	1,24
1,3298	33,33	1,2451	1,302	33,33	1,24	1,3094	35,71	1,3286
1,285	35,71	1,3341	1,2722	38,46	1,4308	1,2797	38,46	1,4308
1,1505	38,46	1,4367	1,1606	41,67	1,55	1,1309	41,67	1,55

Tablo 4.149: $\theta=30^\circ$ için, $H=15\text{cm}$ derinliğinde sıcak su deşarjı jet merkez eksenı boyunca düşey seyrelme değışimi (çarpma noktaları işaretlenmiştir).

y/dF (A)	S (A)	S/F (A)	y/dF (B)	S (B)	S/F (B)	y/dF (C)	S (C)	S/F (C)
0,0749	2,13	0,0796	0,0744	2,14	0,0795	0,0671	2,13	0,0793
0,1123	4,31	0,1613	0,1488	4,27	0,159	0,1267	3,73	0,1391
0,3369	7,25	0,2712	0,372	7,04	0,262	0,3579	6,76	0,2519
0,5989	10,2	0,382	0,558	9,62	0,3577	0,5964	9,62	0,3584
0,8759	11,63	0,4352	0,863	11,9	0,4429	0,8797	11,11	0,4142
1,1155	12,82	0,4799	1,1085	12,5	0,465	1,1109	12,5	0,466
1,093	13,89	0,5199	1,0937	12,82	0,4769	1,0959	12,82	0,4779
1,0855	14,71	0,5505	1,0788	13,16	0,4895	1,081	13,51	0,5037
1,0631	15,63	0,5849	1,0639	13,51	0,5027	1,0736	14,29	0,5325
1,0556	16,67	0,6239	1,0565	14,71	0,5471	1,0587	15,15	0,5648
-	-	-	-	-	-	1,0512	16,13	0,6012
1,0331	21,74	0,8137	1,049	16,13	0,6	1,0438	17,86	0,6657
1,0256	25	0,9358	1,0341	20,83	0,775	1,0363	21,74	0,8104
1,0107	27,78	1,0398	1,0044	25	0,93	1,0288	23,81	0,8876
1,0032	29,41	1,1009	0,9969	29,41	1,0941	0,9767	29,41	1,0964
0,9882	31,25	1,1697	0,9746	31,25	1,1625	0,9692	31,25	1,1649

Tablo 4.150: $\theta=30^\circ$ için, $H=10\text{cm}$ derinliğinde sıcak su deşarjı jet merkez eksenı boyunca düşey seyrelme değışimi (çarpma noktaları işaretlenmiştir).

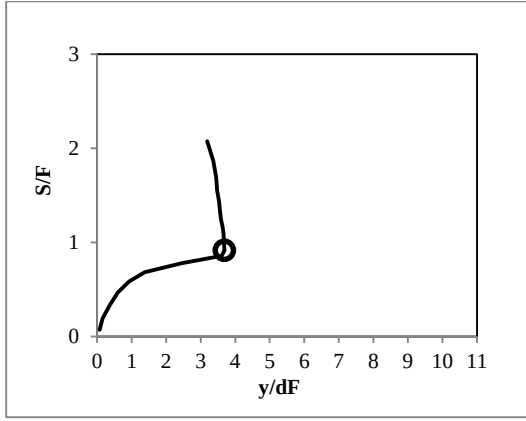
y/dF (A)	S (A)	S/F (A)	y/dF (B)	S (B)	S/F (B)	y/dF (C)	S (C)	S/F (C)
0,0746	1,45	0,0539	0,0747	1,75	0,0653	0,0746	1,82	0,068
0,1491	4	0,1491	0,1494	3,57	0,1334	0,1491	3,79	0,1412
0,3728	6,58	0,2452	0,3885	6,02	0,225	0,3728	5,88	0,2193
0,5368	8,33	0,3106	0,523	7,58	0,283	0,5592	6,41	0,239
0,7381	8,77	0,327	0,7396	8,2	0,3062	0,7381	6,94	0,2589
0,7232	9,62	0,3584	0,7247	9,62	0,3592	0,7306	7,81	0,2912
0,7157	10,2	0,3804	0,7247	10,64	0,3974	0,7232	9,62	0,3584
0,7157	10,64	0,3966	0,7172	12,2	0,4555	0,7157	10,64	0,3966
0,7083	11,11	0,4142	0,7097	12,82	0,4789	0,7083	11,11	0,4142
0,7008	13,16	0,4905	0,7023	13,51	0,5048	0,7008	11,63	0,4335
0,6784	15,15	0,5648	0,6948	13,89	0,5188	0,6934	12,82	0,4779
0,671	21,74	0,8104	0,6799	21,74	0,8121	0,6859	16,13	0,6012
0,6337	23,81	0,8876	0,65	23,81	0,8894	0,6412	18,52	0,6903
0,6188	25	0,9319	0,635	25	0,9339	0,6263	25	0,9319
0,6113	26,32	0,981	0,6126	26,32	0,983	0,6039	27,78	1,0355

Tablo 4.151: $\theta=30^\circ$ için, $H=5\text{cm}$ derinliğinde sıcak su deşarjı jet merkez eksenı boyunca düşey seyrelme değışimi (çarpma noktaları işaretlenmiştir).

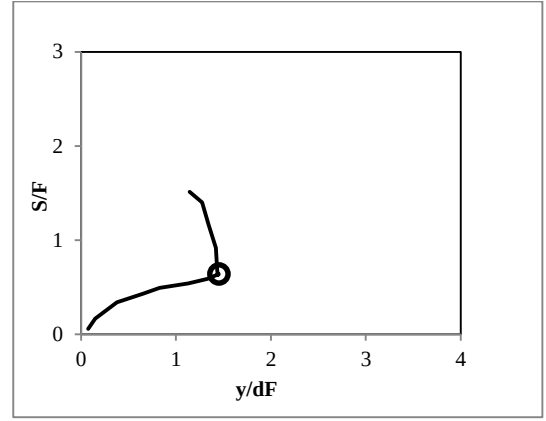
y/dF (A)	S (A)	S/F (A)	y/dF (B)	S (B)	S/F (B)	y/dF (C)	S (C)	S/F (C)
0	2,12	0,0785	0	1,64	0,0616	0	1,35	0,0502
0,1334	3,4	0,126	0,0749	2,14	0,08	0,0746	1,72	0,0641
0,1482	3,65	0,1352	0,1647	3,45	0,1291	0,1491	3,91	0,1456
0,2593	5,56	0,2058	0,277	4,55	0,1701	0,2908	4,72	0,1758
0,363	5,32	0,197	0,3668	5,32	0,1991	0,3653	5,1	0,1902
0,3556	5,81	0,2154	0,3519	5,81	0,2176	0,3579	5,56	0,2071
0,3408	6,58	0,2437	0,3444	6,76	0,2529	0,3504	6,1	0,2273
0,3482	6,76	0,2503	0,3444	7,04	0,2636	0,3429	6,67	0,2485
0,3334	6,94	0,2572	0,3369	7,46	0,2793	0,3355	6,94	0,2589
0,326	7,14	0,2646	0,3294	7,69	0,2879	0,328	7,25	0,2701
0,326	8,93	0,3307	0,3294	8,47	0,3172	0,328	8,2	0,3056
0,3112	10	0,3704	0,3069	10,64	0,3982	0,3131	9,26	0,3452
0,2963	11,9	0,441	0,2845	11,9	0,4456	0,3057	10	0,3728
0,2815	12,82	0,4749	0,277	13,51	0,5058	0,2908	11,11	0,4142
0,2593	17,24	0,6387	0,2695	16,13	0,6037	0,2684	13,89	0,5177
0,2519	19,23	0,7124	0,2545	19,23	0,7198	0,246	16,13	0,6012

4.3.2.8. $\theta=30^\circ$ için Sıcak Su Deşarjında Jet Merkez eksenı Boyunca Ortalama Düşey Seyrelme Değişimi

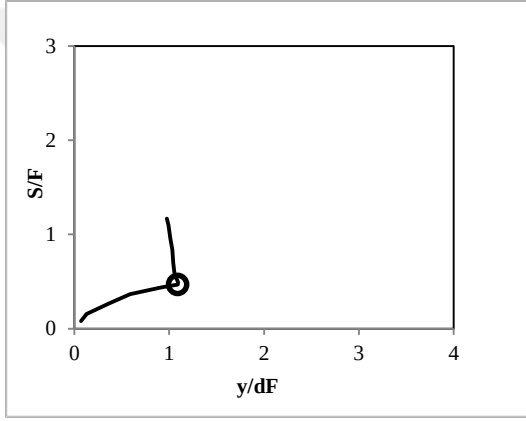
Gerçekleştiren sıcak su deşarjları deliğın açısı $\theta=30^\circ$ için y/dF düşey uzaklığına, H değerlerine bağılı olarak jet merkezlerindeki ortalama düşey seyrelme değışimleri Şekil 4.36’da görülmektedir. Düşey seyrelme değışimlerinin veri setleri Tablo 4.152 ila 4.156’da sayısal olarak verilmiştir. Şekil 4.36’dan de görüleceğı üzere, derinliğın sığlaşması ile birlikte, çarpma noktası öncesinde derinlik azaldıkça jet merkez eksenindeki düşey seyrelme değeri de en serbest hale ($H=50\text{cm}$) göre ve daha derindeki deneysel sonuçlara göre daha küçük değeri almaktadırlar. Sığlaşmanın sadece çarpma noktasında değıl çarpma öncesi jet içi seyrelmeyi küçük değeri doğru kaydırđığı belirlenmiştir.



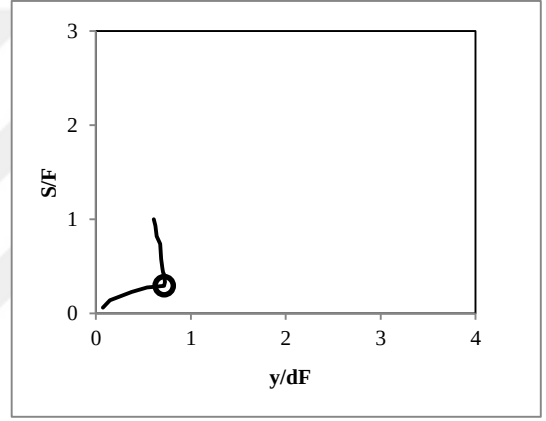
a. H=50cm



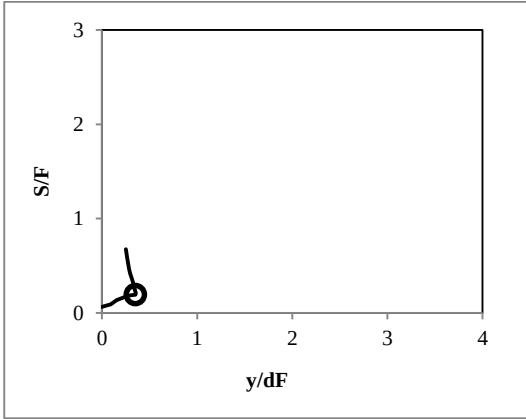
b. H=20cm



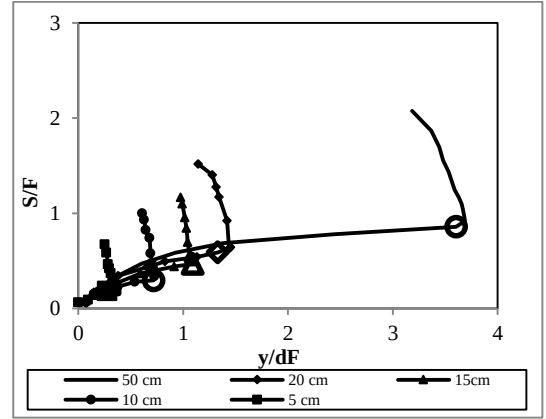
c. H=15cm



d. H=10cm



e. H=5cm



f. H değerlerine göre karşılaştırma

Şekil 4.36: $\theta=30^\circ$ için azalan H değerine bağlı olarak sıcak su deşarjı jet merkez eksenı boyunca ortalama düşey seyrelme değişimleri. (çarpma noktaları işaretlenmiştir).

Tablo 4.152: $\theta=30^\circ$ için, H=50cm derinliğinde sıcak su deşarjı jet merkez eksenı boyunca ortalama ortalama düşey seyrelme değışimleri (çarpma noktaları işaretlenmiştir).

y/dF (A)	y/dF (B)	y/dF (C)	y/dF (Ort)	S/F (A)	S/F (B)	S/F (C)	S/F (Ort)
0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0358	0,0343	0,0376	0,0359
0,0070	0,0070	0,0070	0,0070	0,1643	0,0730	0,1296	0,1223
0,0352	0,0210	0,0272	0,0278	0,2375	0,2734	0,2775	0,2628
0,1406	0,1397	0,1485	0,1429	0,4625	0,5026	0,5057	0,4903
0,4921	0,4867	0,4903	0,4897	0,5493	0,6302	0,6245	0,6013
1,1249	1,1112	1,1313	1,1225	0,6760	0,7070	0,7008	0,6946
2,1443	2,2170	2,2296	2,1970	0,8370	0,7687	0,8390	0,8149
2,8966	2,8746	2,8986	2,8900	0,9251	0,8751	0,9050	0,9017
3,5083	3,5308	3,5018	3,5136	1,0985	1,1049	0,9770	1,0601
3,5013	3,5381	3,6459	3,5617	1,1718	1,1547	1,0545	1,1270
3,4661	3,5105	3,6722	3,5496	1,2555	1,2571	1,1855	1,2327
3,4310	3,4824	3,6555	3,5229	1,4647	1,3520	1,2607	1,3592
3,3958	3,4654	3,6072	3,4895	1,5979	1,4702	1,4516	1,5066
3,2411	3,2481	3,4543	3,3145	1,9530	1,7605	1,7760	1,8298
3,1286	3,1703	3,3268	3,2086	2,1971	1,9606	2,0019	2,0532
2,7560	2,7094	3,0238	2,8297	2,5109	2,4974	2,4236	2,4773

Tablo 4.153: $\theta=30^\circ$ için, H=20cm derinliğinde sıcak su deşarjı jet merkez eksenı boyunca ortalama ortalama düşey seyrelme değışimleri (çarpma noktaları işaretlenmiştir).

y/dF (A)	y/dF (B)	y/dF (C)	y/dF (Ort)	S/F (A)	S/F (B)	S/F (C)	S/F (Ort)
0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0357	0,0346	0,0373	0,0359
0,0073	0,0073	0,0073	0,0073	0,1195	0,0814	0,1080	0,1030
0,0145	0,0231	0,0145	0,0174	0,2558	0,2424	0,2066	0,2349
0,0654	0,0690	0,0693	0,0679	0,3027	0,2927	0,3405	0,3120
0,1526	0,1542	0,1602	0,1557	0,3864	0,3823	0,4088	0,3925
0,2979	0,3055	0,3052	0,3029	0,4909	0,4374	0,5045	0,4776
0,5086	0,5188	0,5186	0,5153	0,5859	0,5632	0,5593	0,5695
0,8209	0,8167	0,8198	0,8192	0,6263	0,6238	0,6126	0,6209
1,1624	1,2161	1,2068	1,1951	0,6986	0,7092	0,6585	0,6887
1,4457	1,4036	1,4520	1,4338	0,7897	0,7803	0,7561	0,7754
1,4021	1,3480	1,4572	1,4024	0,8256	0,8159	0,8016	0,8144
1,3731	1,3277	1,4174	1,3727	0,9081	0,8516	0,8991	0,8863
1,3440	1,2986	1,3921	1,3449	1,0090	0,9035	1,0222	0,9782
1,2786	1,2577	1,3550	1,2971	1,2973	1,1429	1,3020	1,2474
1,1261	1,0779	1,1860	1,1300	1,5135	1,4966	1,6473	1,5525
1,0607	1,0308	1,1188	1,0701	1,8163	1,6624	1,8431	1,7739
0,9299	0,9073	1,0109	0,9494	2,0181	2,0294	2,0378	2,0284

Tablo 4.154: $\theta=30^\circ$ için, $H=15\text{cm}$ derinliğinde sıcak su deşarjı jet merkez eksenı boyunca ortalama ortalama düşey seyrelme değışimleri (çarpma noktaları işaretlenmiştir).

y/dF (A)	y/dF (B)	y/dF (C)	y/dF (Ort)	S/F (A)	S/F (B)	S/F (C)	S/F (Ort)
0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0346	0,0349	0,0368	0,0355
0,0071	0,0071	0,0071	0,0071	0,0798	0,0877	0,1155	0,0943
0,0142	0,0211	0,0142	0,0165	0,2270	0,1569	0,1851	0,1897
0,0567	0,0697	0,0652	0,0638	0,3001	0,2524	0,2725	0,2750
0,1416	0,1396	0,1453	0,1422	0,3849	0,3750	0,3444	0,3681
0,2691	0,2772	0,2849	0,2771	0,4318	0,4549	0,4077	0,4315
0,4745	0,4781	0,4863	0,4796	0,4785	0,4832	0,4798	0,4805
0,7507	0,7612	0,7710	0,7610	0,5533	0,5537	0,5440	0,5503
1,0552	1,0588	1,1040	1,0727	0,6557	0,6380	0,6631	0,6523
1,0269	1,0530	1,1092	1,0630	0,6810	0,6709	0,7091	0,6870
1,0057	1,0071	1,0679	1,0269	0,7698	0,7458	0,8787	0,7981
0,9277	0,9378	1,0513	0,9723	1,0415	0,8895	1,0556	0,9955
0,9207	0,9271	1,0208	0,9562	1,1803	1,0452	1,2081	1,1445
0,8853	0,9069	0,9752	0,9224	1,6096	1,4594	1,3775	1,4821
0,8428	0,8727	0,9210	0,8788	1,7705	1,7663	1,6025	1,7131

Tablo 4.155: $\theta=30^\circ$ için, $H=10\text{cm}$ derinliğinde sıcak su deşarjı jet merkez eksenı boyunca ortalama ortalama düşey seyrelme değışimleri (çarpma noktaları işaretlenmiştir).

y/dF (A)	y/dF (B)	y/dF (C)	y/dF (Ort)	S/F (A)	S/F (B)	S/F (C)	S/F (Ort)
0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0344	0,0349	0,0374	0,0356
0,0071	0,0071	0,0071	0,0071	0,0812	0,0817	0,1232	0,0954
0,0212	0,0211	0,0209	0,0211	0,2083	0,2178	0,1858	0,2040
0,0708	0,0628	0,0665	0,0667	0,2724	0,2700	0,2763	0,2729
0,1416	0,1460	0,1457	0,1444	0,3341	0,3351	0,3626	0,3439
0,2762	0,2777	0,2804	0,2781	0,4024	0,4033	0,4132	0,4063
0,4745	0,4781	0,4805	0,4777	0,4318	0,4259	0,4384	0,4320
0,7011	0,6960	0,7035	0,7002	0,4659	0,4373	0,4723	0,4585
0,6799	0,6965	0,7350	0,7038	0,5059	0,4436	0,4825	0,4773
0,6445	0,6632	0,6830	0,6636	0,5365	0,4591	0,5567	0,5174
0,6374	0,6471	0,6735	0,6527	0,6105	0,6565	0,6749	0,6473
0,6232	0,6193	0,6605	0,6344	0,6557	0,8444	0,8162	0,7721
0,6020	0,5843	0,6353	0,6072	0,7698	1,1036	1,0337	0,9690
0,5312	0,5489	0,6121	0,5641	0,8853	1,1908	1,1459	1,0740
0,5099	0,5329	0,5766	0,5398	1,2647	1,2743	1,2168	1,2519

Tablo 4.156: $\theta=30^\circ$ için, $H=5\text{cm}$ derinliğinde sıcak su deşarjı jet merkez eksenı boyunca ortalama ortalama düşey seyrelme değışimleri (çarpma noktaları işaretlenmiştir).

y/dF (A)	y/dF (B)	y/dF (C)	y/dF (Ort)	S/F (A)	S/F (B)	S/F (C)	S/F (Ort)
0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0343	0,0356	0,0371	0,0357
0,0071	0,0071	0,0071	0,0071	0,1283	0,1388	0,1200	0,1290
0,0212	0,0211	0,0209	0,0211	0,1807	0,1767	0,1910	0,1828
0,0637	0,0697	0,0665	0,0667	0,2425	0,2498	0,2594	0,2506
0,1416	0,1396	0,1457	0,1423	0,3001	0,2921	0,2874	0,2932
0,2691	0,2772	0,2804	0,2756	0,3162	0,3085	0,3062	0,3103
0,3470	0,3518	0,3470	0,3486	0,3219	0,3208	0,3275	0,3234
0,3258	0,3269	0,3573	0,3366	0,3341	0,3365	0,3596	0,3434
0,3187	0,3232	0,3464	0,3294	0,3541	0,3571	0,4059	0,3724
0,3116	0,3105	0,3437	0,3219	0,3934	0,3946	0,5174	0,4351
0,3045	0,3020	0,3374	0,3146	0,4785	0,4695	0,6346	0,5275
0,2904	0,2881	0,3244	0,3009	0,5365	0,5401	0,7029	0,5932
0,2620	0,2673	0,3102	0,2798	0,8431	0,8333	0,7877	0,8213
0,2195	0,2197	0,3012	0,2468	0,9318	0,9856	0,9296	0,9490
0,2054	0,2025	0,2561	0,2213	1,1066	1,1101	1,0565	1,0911

4.4. $\theta=45^\circ$ İLE SICAK SU DEŞARJI

Deşarj deliğinin yukarı yönlendirilmiş yaptığı açısı, $\theta=45^\circ$ 'de başlangıç sıcaklık farkı $\Delta T_0=5^\circ\text{C}$ ile gerçekleştiren deneylerin özeti Tablo 4.157'de verilmiştir. $\theta=45^\circ$ için mevcut deney şartlarında laminar akım rejimini oluşturmuştur.

Tablo 4.157: $\theta=45^\circ$ ile gerçekleştiren sıcak su deşarjı deneyleri özeti.

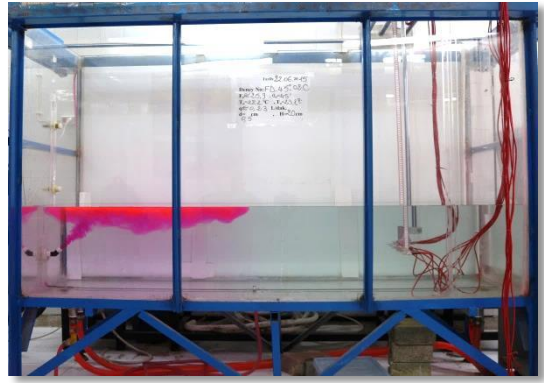
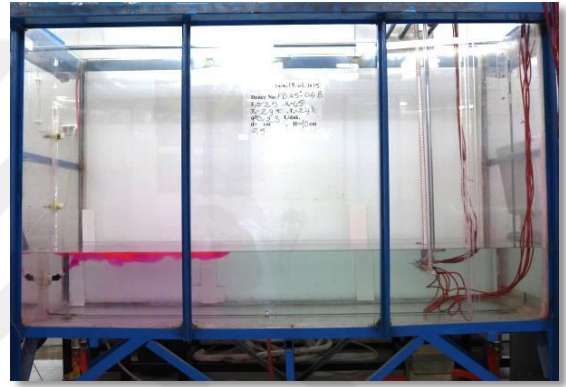
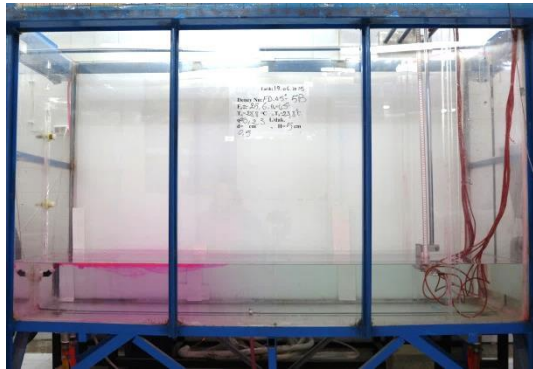
Deney No	T_0 [°C]	T_a [°C]	d [cm]	H [cm]	F	ρ_a [kg/m ³]	ρ_0 [kg/m ³]	q [mL/dak]	u_0 [m/s]	Re	Akım Rejimi
FD-45-01-A	29	24	0,5	50	24,64	997,610	996,220	240	0,2037	1269	L
FD-45-01-B	29,3	24,3	0,5	50	25,42	997,536	996,230	240	0,2037	1269	L
FD-45-01-C	28,1	23,1	0,5	50	25,99	997,829	996,579	240	0,2037	1269	L
FD-45-02-A	29,1	24,1	0,5	20	25,51	997,586	996,289	240	0,2037	1269	L
FD-45-02-B	29,2	24,2	0,5	20	25,47	997,561	996,259	240	0,2037	1269	L
FD-45-02-C	28,2	23,2	0,5	20	25,94	997,805	996,550	240	0,2037	1269	L
FD-45-03-A	29,1	24,1	0,5	15	25,51	997,586	996,289	240	0,2037	1269	L
FD-45-03-B	29,2	24,2	0,5	15	25,46	997,561	996,259	240	0,2037	1269	L
FD-45-03-C	28,5	23,5	0,5	15	25,79	997,733	996,464	240	0,2037	1269	L
FD-45-04-A	29	24	0,5	10	24,64	997,610	996,220	240	0,2037	1269	L
FD-45-04-B	29	24	0,5	10	24,64	997,610	996,220	240	0,2037	1269	L
FD-45-04-C	28,3	23,3	0,5	10	25,89	997,781	996,522	240	0,2037	1269	L
FD-45-05-A	29,1	24,1	0,5	5	25,51	997,586	996,289	240	0,2037	1269	L
FD-45-05-B	28,8	23,8	0,5	5	25,65	997,660	996,377	240	0,2037	1269	L
FD-45-05-C	28,4	23,4	0,5	5	25,84	997,757	996,493	240	0,2037	1269	L

*L: Laminar, T: Türbülanslı.

4.4.1. Jet dış geometrisi

$\theta=45^\circ$ için gerçekleştirilen sıcak su deşarjı deneyleri sırasında Şekil 4.37’de görüldüğü gibi, pozitif yüzen jetler oluştu. Her bir deneyde, çarpma noktasından sonra yoğunluk tabakası oluştu. Tüm deneylerde, jetin alt yüzeyi serbest kaldı, jet ile taban arasında Coanda etkisi oluşmadığından, jetin tabanla birleşmesi gerçekleşmedi. H/dF değeri küçüldükçe, jetin su yüzeyine çarpması daha erken gerçekleşti. Tablo 4.158 ve Şekil 4.38’de görüldüğü üzere, H/dF değeri küçüldükçe x_i/dF değerleri de küçüldü.

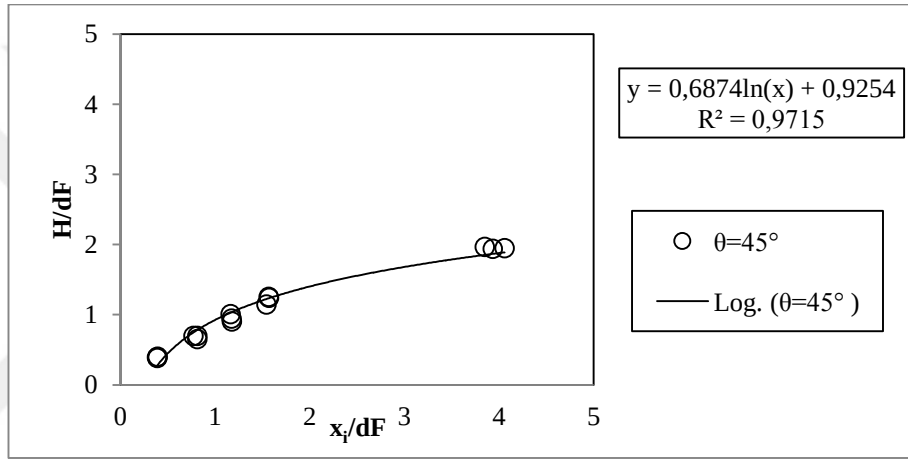


a. $H=50\text{cm}$ b. $H=20\text{cm}$ c. $H=15\text{cm}$ d. $H=10\text{cm}$ e. $H=5\text{cm}$

Şekil 4.37: $\theta=45^\circ$ için azalan H değerlerine göre sıcak su deşarjı jetlerinin boyuna dağılımları.

Tablo 4.158: $\theta=45^\circ$ için jetin su yüzeyine çarpma noktasının yatay uzaklık değerlerinin (x_i/dF), derinlik (H/dF) değerlerine bağlı değişimleri.

Deney No	H/dF	x_i/dF	Deney No	H/dF	x_i/dF
FD-45-01-A	0,3870	0,3898	FD-45-03-C	1,1783	0,9033
FD-45-01-B	0,3898	0,3820	FD-45-04-A	1,5421	1,1412
FD-45-01-C	0,3920	0,3998	FD-45-04-B	1,5679	1,2543
FD-45-02-A	0,7725	0,6953	FD-45-04-C	1,5707	1,2408
FD-45-02-B	0,8117	0,6981	FD-45-05-A	3,8480	1,9625
FD-45-02-C	0,8117	0,6494	FD-45-05-B	3,9337	1,9354
FD-45-03-A	1,1631	1,0080	FD-45-05-C	4,0585	1,9481
FD-45-03-B	1,1759	0,9407	-	-	-

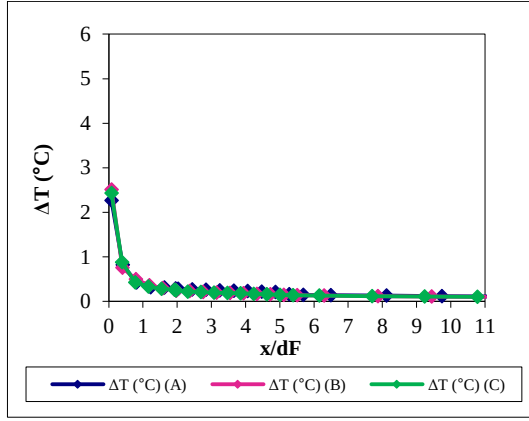
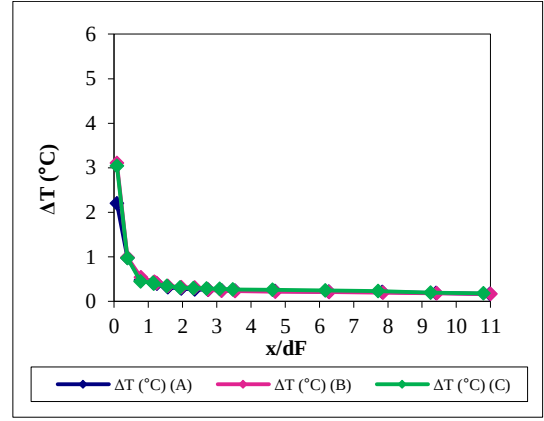
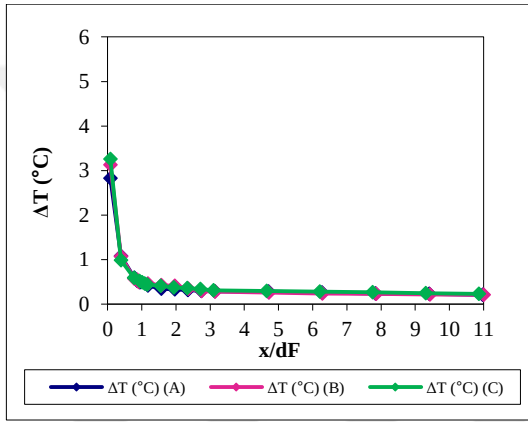
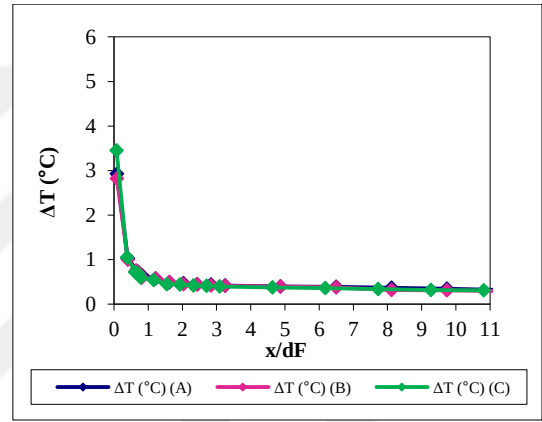
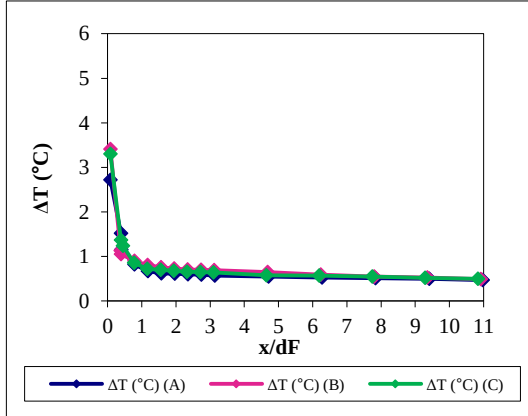
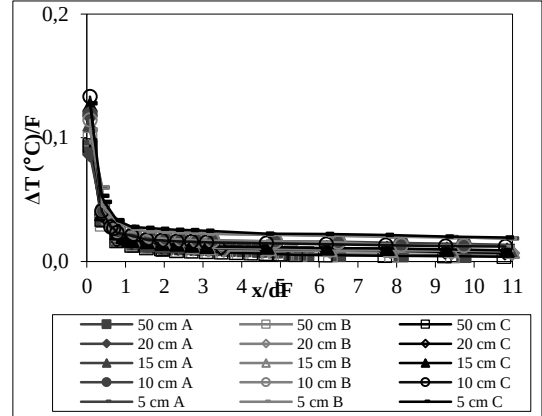


Şekil 4.38: $\theta=45^\circ$ için jetin su yüzeyine çarpma noktasının yatay uzaklık değerlerinin (x_i/dF), derinlik (H/dF) değerlerine bağlı değişimi.

4.4.2. Jet iç geometrisi ve Boyuna Sıcaklık Dağılımları

4.4.2.1. $\theta=45^\circ$ için Sıcak Su Deşarjında Jet Merkez Eksenlerinin Konumları ve Boyuna Sıcaklık Dağılımları

Gerçekleştirilen sıcak su deşarj deneyleri sırasında jet merkez eksenine içerisine sıcaklık sensörleri konumlandırılması ile elde edilmiş olan jetlerinin merkez eksenine boyuna sıcaklık dağılımları Şekil 4.39’da verilmiştir. Şekil 4.39’dan da görüleceği üzere, tüm deneylerde sıcaklık farklarının x/dF eksenindeki değişimleri hızlı bir azalma şeklinde gerçekleşmiştir. Elde edilmiş jetlerinin merkez eksenine boyuna sıcaklık dağılımları aynı zamanda Tablo 4.159 ila Tablo 4.163’te sayısal olarak verilmiştir.

a. $H=50\text{cm}$ b. $H=20\text{cm}$ c. $H=15\text{cm}$ d. $H=10\text{cm}$ e. $H=5\text{cm}$ f. H değerlerine göre karşılaştırma

Şekil 4.39: $\theta=45^\circ$ için azalan H değerlerine göre sıcak su deşarjı jetlerinin merkez eksenleri boyunca yerel sıcaklık farkı dağılımları.

Tablo 4.159: $\theta=45^\circ$ için, H=50cm derinliğinde sıcak su deşarjı jet merkez eksenleri boyuna yerel sıcaklık farkı dağılımları (çarpma noktaları işaretlenmiştir).

x [cm] (A)	x [cm] (B)	x [cm] (C)	x/dF (A)	x/dF (B)	x/dF (C)	ΔT [°C] (A)	ΔT [°C] (B)	ΔT [°C] (C)	$\Delta T/F$ [°C] (A)	$\Delta T/F$ [°C] (B)	$\Delta T/F$ [°C] (C)
1	1	1	0,0812	0,0787	0,0770	2,27	2,51	2,43	0,0921	0,0987	0,0935
5	5	5	0,4058	0,3934	0,3848	0,82	0,76	0,88	0,0333	0,0299	0,0339
10	10	10	0,8117	0,7867	0,7696	0,43	0,5	0,43	0,0175	0,0197	0,0165
15	15	15	1,2175	1,1801	1,1544	0,32	0,36	0,33	0,0130	0,0142	0,0127
20	20	20	1,6234	1,5735	1,5392	0,31	0,3	0,28	0,0126	0,0118	0,0108
24	24,6	-	1,9481	1,9354	-	0,29	0,26	-	0,0118	0,0102	-
25	25	25	2,0292	1,9668	1,9240	0,28	0,24	0,26	0,0114	0,0094	0,0100
-	-	25,5	-	-	1,9625	-	-	0,25	-	-	0,0096
30	30	30	2,4351	2,3602	2,3088	0,27	0,23	0,22	0,0110	0,0090	0,0085
35	35	35	2,8409	2,7536	2,6936	0,26	0,21	0,21	0,0106	0,0083	0,0081
40	40	40	3,2468	3,1469	3,0784	0,25	0,2	0,2	0,0101	0,0079	0,0077
45	45	45	3,6526	3,5403	3,4632	0,24	0,19	0,19	0,0097	0,0075	0,0073
50	50	50	4,0585	3,9337	3,8480	0,23	0,18	0,18	0,0093	0,0071	0,0069
55	55	55	4,4643	4,3270	4,2328	0,22	0,17	0,17	0,0089	0,0067	0,0065
60	60	60	4,8702	4,7204	4,6176	0,21	0,16	0,16	0,0085	0,0063	0,0062
65	65	65	5,2760	5,1138	5,0024	0,16	0,15	0,15	0,0065	0,0059	0,0058
70	70	70	5,6819	5,5071	5,3872	0,15	0,14	0,14	0,0061	0,0055	0,0054
80	80	80	6,4936	6,2939	6,1568	0,14	0,13	0,13	0,0057	0,0051	0,0050
100	100	100	8,1169	7,8673	7,6960	0,13	0,12	0,12	0,0053	0,0047	0,0046
120	120	120	9,7403	9,4408	9,2351	0,12	0,11	0,11	0,0049	0,0043	0,0042
140	140	140	11,3637	11,0143	10,7743	0,11	0,1	0,1	0,0045	0,0039	0,0038

Tablo 4.160: $\theta=45^\circ$ için, H=20cm derinliğinde sıcak su deşarjı jet merkez eksenleri boyuna yerel sıcaklık farkı dağılımları (çarpma noktaları işaretlenmiştir).

x [cm] (A)	x [cm] (B)	x [cm] (C)	x/dF (A)	x/dF (B)	x/dF (C)	ΔT [°C] (A)	ΔT [°C] (B)	ΔT [°C] (C)	$\Delta T/F$ [°C] (A)	$\Delta T/F$ [°C] (B)	$\Delta T/F$ [°C] (C)
1	1	1	0,0784	0,0785	0,0771	2,20	3,11	3,04	0,0862	0,1221	0,1172
5	5	5	0,3920	0,3927	0,3855	0,98	0,99	0,97	0,0384	0,0389	0,0374
10	10	10	0,7839	0,7853	0,7711	0,48	0,54	0,45	0,0188	0,0212	0,0173
-	-	14,8	-	-	1,1412	-	-	0,42	-	-	0,0162
15	15	15	1,1759	1,1780	1,1566	0,43	0,44	0,4	0,0169	0,0173	0,0154
16	15,8	-	1,2543	1,2408	-	0,40	0,41	-	0,0157	0,0161	-
20	20	20	1,5679	1,5707	1,5421	0,32	0,35	0,35	0,0125	0,0137	0,0135
25	25	25	1,9598	1,9633	1,9276	0,29	0,32	0,31	0,0114	0,0126	0,0120
30	30	30	2,3518	2,3560	2,3132	0,27	0,31	0,3	0,0106	0,0122	0,0116
35	35	35	2,7437	2,7487	2,6987	0,26	0,26	0,29	0,0102	0,0102	0,0112
40	40	40	3,1357	3,1413	3,0842	0,25	0,24	0,28	0,0098	0,0094	0,0108
45	45	45	3,5277	3,5340	3,4697	0,24	0,23	0,27	0,0094	0,0090	0,0104
60	60	60	4,7036	4,7120	4,6263	0,23	0,22	0,26	0,0090	0,0086	0,0100
80	80	80	6,2714	6,2827	6,1684	0,22	0,21	0,25	0,0086	0,0082	0,0096
100	100	100	7,8393	7,8533	7,7105	0,21	0,2	0,23	0,0082	0,0079	0,0089
120	120	120	9,4071	9,4240	9,2526	0,19	0,18	0,2	0,0074	0,0071	0,0077
140	140	140	10,9750	10,994	10,7947	0,17	0,17	0,18	0,0067	0,0067	0,0069

Tablo 4.161: $\theta=45^\circ$ için, H=15cm derinliğinde sıcak su deşarjı jet merkez eksenleri boyuna yerel sıcaklık farkı dağılımları (çarpma noktaları işaretlenmiştir).

x [cm] (A)	x [cm] (B)	x [cm] (C)	x/dF (A)	x/dF (B)	x/dF (C)	ΔT [°C] (A)	ΔT [°C] (B)	ΔT [°C] (C)	$\Delta T/F$ [°C] (A)	$\Delta T/F$ [°C] (B)	$\Delta T/F$ [°C] (C)
1	1	1	0,0784	0,0786	0,0775	2,83	3,13	3,26	0,1109	0,1229	0,1264
5	5	5	0,3920	0,3928	0,3877	1,08	1,07	0,99	0,0423	0,0420	0,0384
10	10	10	0,7839	0,7855	0,7754	0,59	0,57	0,59	0,0231	0,0224	0,0229
11	11	12	0,8623	0,8641	0,9305	0,53	0,55	0,52	0,0208	0,0216	0,0202
12	11,5	13	0,9407	0,9033	1,0080	0,49	0,5	0,49	0,0192	0,0196	0,0190
-	-	14	-	-	1,0855	-	-	0,46	-	-	0,0178
15	15	15	1,1759	1,1783	1,1631	0,42	0,46	0,44	0,0165	0,0181	0,0171
20	20	20	1,5679	1,5710	1,5508	0,35	0,43	0,41	0,0137	0,0169	0,0159
25	25	25	1,9598	1,9638	1,9385	0,33	0,41	0,38	0,0129	0,0161	0,0147
30	30	30	2,3518	2,3566	2,3262	0,32	0,35	0,36	0,0125	0,0137	0,0140
35	35	35	2,7437	2,7493	2,7139	0,30	0,3	0,34	0,0118	0,0118	0,0132
40	40	40	3,1357	3,1421	3,1016	0,29	0,28	0,31	0,0114	0,0110	0,0120
60	60	60	4,7036	4,7131	4,6523	0,28	0,26	0,3	0,0110	0,0102	0,0116
80	80	80	6,2714	6,2842	6,2031	0,26	0,24	0,28	0,0102	0,0094	0,0109
100	100	100	7,8393	7,8552	7,7539	0,24	0,23	0,27	0,0094	0,0090	0,0105
120	120	120	9,4071	9,4262	9,3047	0,23	0,22	0,25	0,0090	0,0086	0,0097
140	140	140	10,9750	10,9973	10,8555	0,21	0,21	0,23	0,0082	0,0082	0,0089

Tablo 4.162: $\theta=45^\circ$ için, H=10cm derinliğinde sıcak su deşarjı jet merkez eksenleri boyuna yerel sıcaklık farkı dağılımları (çarpma noktaları işaretlenmiştir).

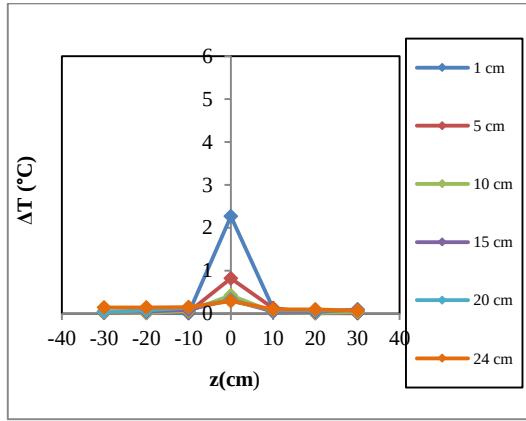
x [cm] (A)	x [cm] (B)	x [cm] (C)	x/dF (A)	x/dF (B)	x/dF (C)	ΔT [°C] (A)	ΔT [°C] (B)	ΔT [°C] (C)	$\Delta T/F$ [°C] (A)	$\Delta T/F$ [°C] (B)	$\Delta T/F$ [°C] (C)
1	1	1	0,0812	0,0812	0,0773	2,93	2,82	3,45	0,1189	0,1144	0,1333
5	5	5	0,4058	0,4058	0,3863	1,03	1	1,05	0,0418	0,0406	0,0406
8,6	8	8	0,6981	0,6494	0,6180	0,73	0,76	0,72	0,0296	0,0308	0,0278
9	9	9	0,7305	0,7305	0,6953	0,68	0,69	0,69	0,0276	0,0280	0,0267
10	10	10	0,8117	0,8117	0,7725	0,65	0,6	0,6	0,0264	0,0244	0,0232
15	15	15	1,2175	1,2175	1,1588	0,58	0,58	0,54	0,0235	0,0235	0,0209
20	20	20	1,6234	1,6234	1,5450	0,49	0,5	0,45	0,0199	0,0203	0,0174
25	25	25	2,0292	2,0292	1,9313	0,47	0,45	0,44	0,0191	0,0183	0,0170
30	30	30	2,4351	2,4351	2,3175	0,45	0,44	0,42	0,0183	0,0179	0,0162
35	35	35	2,8409	2,8409	2,7038	0,44	0,42	0,41	0,0179	0,0170	0,0158
40	40	40	3,2468	3,2468	3,0900	0,42	0,41	0,4	0,0170	0,0166	0,0155
60	60	60	4,8702	4,8702	4,6350	0,40	0,4	0,38	0,0162	0,0162	0,0147
80	80	80	6,4936	6,4936	6,1800	0,39	0,38	0,36	0,0158	0,0154	0,0139
100	100	100	8,1169	8,1169	7,7250	0,37	0,32	0,34	0,0150	0,0130	0,0131
120	120	120	9,7403	9,7403	9,2700	0,35	0,31	0,32	0,0142	0,0126	0,0124
140	140	140	11,3637	11,3637	10,8150	0,32	0,3	0,31	0,0130	0,0122	0,0120

Tablo 4.163: $\theta=45^\circ$ için, $H=5\text{cm}$ derinliğinde sıcak su deşarjı jet merkez eksenleri boyuna yerel sıcaklık farkı dağılımları (çarpma noktaları işaretlenmiştir).

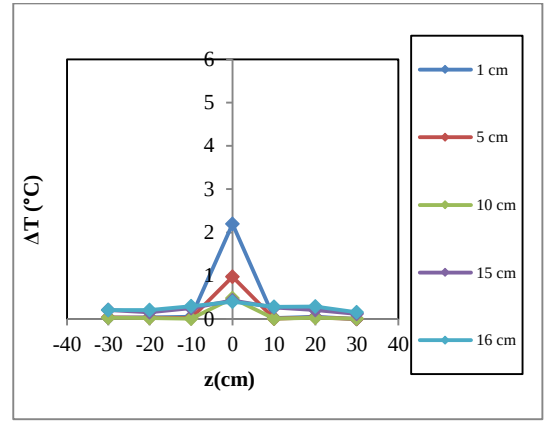
x [cm] (A)	x [cm] (B)	x [cm] (C)	x/dF (A)	x/dF (B)	x/dF (C)	ΔT [°C] (A)	ΔT [°C] (B)	ΔT [°C] (C)	$\Delta T/F$ [°C] (A)	$\Delta T/F$ [°C] (B)	$\Delta T/F$ [°C] (C)
1	1	1	0,0784	0,0780	0,0774	2,72	3,41	3,3	0,1066	0,1329	0,1277
-	4,9	-	-	0,3820	-	-	1,13	-	-	0,0441	-
5	5	5	0,3920	0,3898	0,4489	1,52	1,05	1,37	0,0596	0,0409	0,0530
5,1	-	5,8	0,3998	-	0,4489	1,15	-	1,24	0,0451	-	0,0480
10	10	10	0,7839	0,7797	0,7739	0,82	0,9	0,86	0,0321	0,0351	0,0333
15	15	15	1,1759	1,1695	1,1609	0,67	0,81	0,72	0,0263	0,0316	0,0279
20	20	20	1,5679	1,5594	1,5479	0,62	0,76	0,7	0,0243	0,0296	0,0271
25	25	25	1,9598	1,9492	1,9349	0,61	0,73	0,68	0,0239	0,0285	0,0263
30	30	30	2,3518	2,3390	2,3218	0,60	0,71	0,66	0,0235	0,0277	0,0255
35	35	35	2,7437	2,7289	2,7088	0,59	0,7	0,65	0,0231	0,0273	0,0252
40	40	40	3,1357	3,1187	3,0958	0,57	0,69	0,64	0,0223	0,0269	0,0248
60	60	60	4,7036	4,6781	4,6437	0,55	0,65	0,58	0,0216	0,0253	0,0224
80	80	80	6,2714	6,2375	6,1916	0,53	0,59	0,57	0,0208	0,0230	0,0221
100	100	100	7,8393	7,7968	7,7395	0,51	0,55	0,55	0,0200	0,0214	0,0213
120	120	120	9,4071	9,3562	9,2874	0,50	0,53	0,52	0,0196	0,0207	0,0201
140	140	140	10,9750	10,9155	10,8353	0,47	0,49	0,5	0,0184	0,0191	0,0193

4.4.2.2. $\theta=45^\circ$ için Sıcak Su Deşarjında Enkesit İçi Sıcaklık Dağılımları

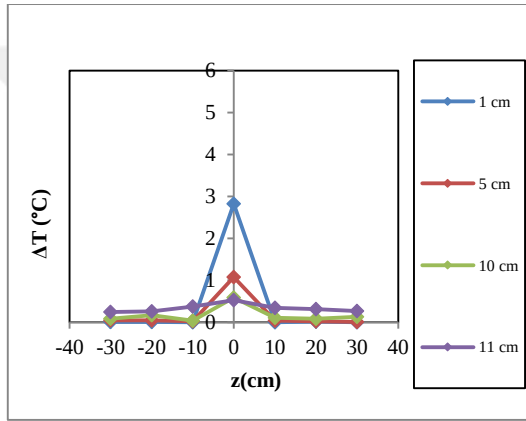
Gerçekleştirilen sıcak su deşarj deneyleri sırasında jet merkez eksenine içerisine sıcaklık sensörleri konumlandırılması ile elde edilmiş olan jetlerinin merkez eksenine boyuna enkesit içi sıcaklık dağılımları Şekil 4.40 ila 4.42’de verilmiştir, aynı zamanda Tablo 4.164 ila Tablo 4.178’de sayısal olarak verilmiştir.



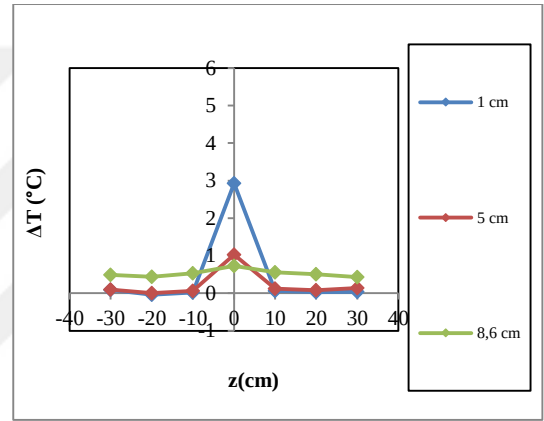
a. H=50cm



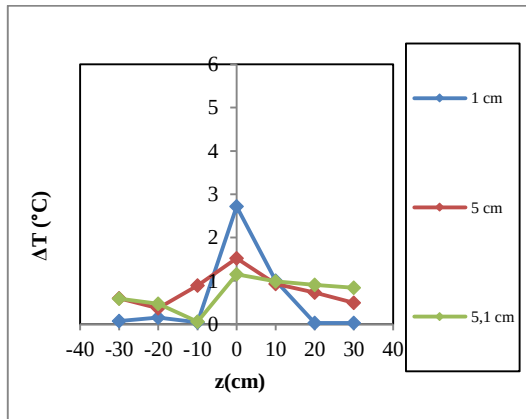
b. H=20cm



c. H=15cm

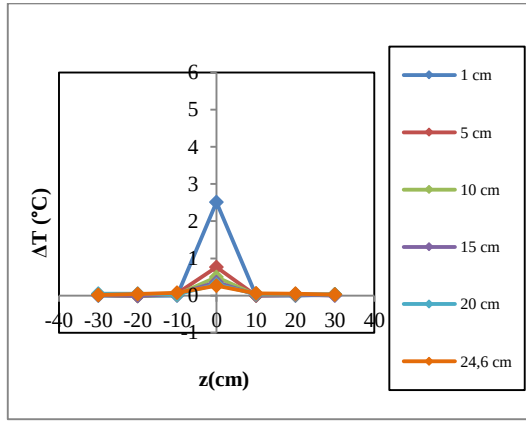


d. H=10cm

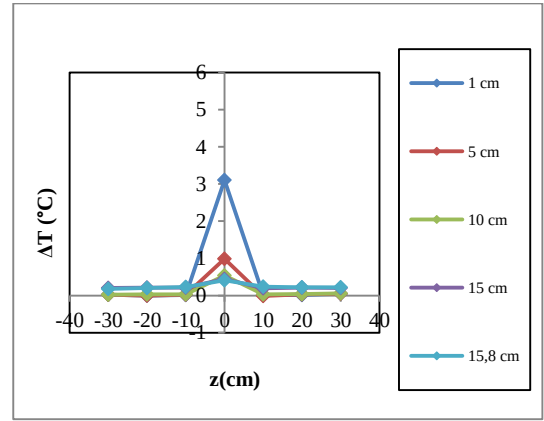


e. H=5cm

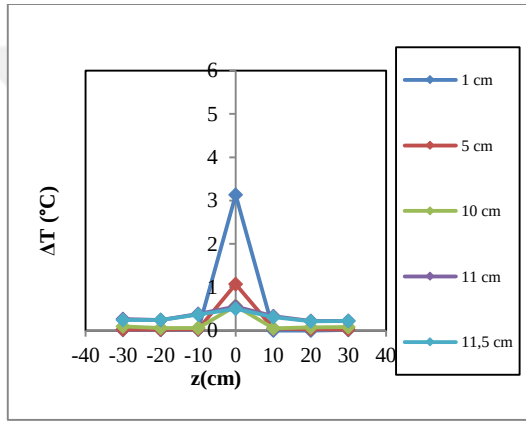
Şekil 4.40: $\theta=45^\circ$ için azalan H değerlerine göre sıcak su deşarjı jetlerinin merkez eksenlerinde enkesit içi sıcaklık dağılımları (Deney seri: A).



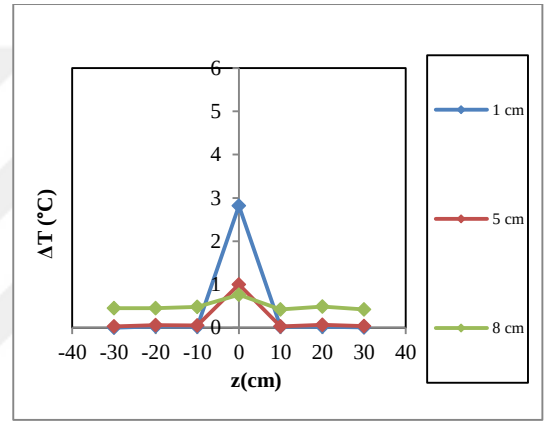
a. H=50cm



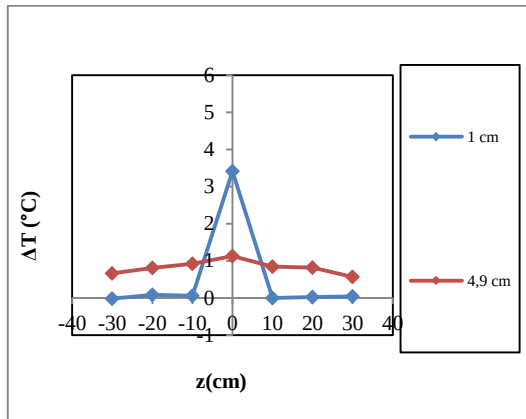
b. H=20cm



c. H=15cm

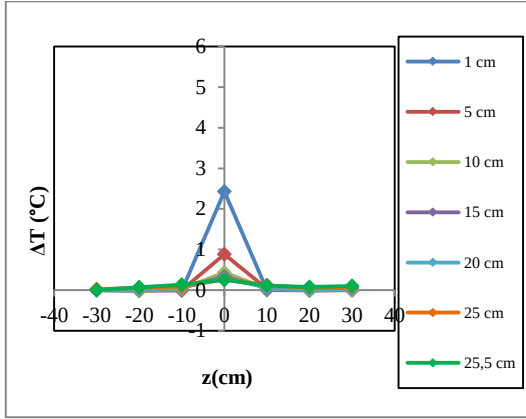


d. H=10cm

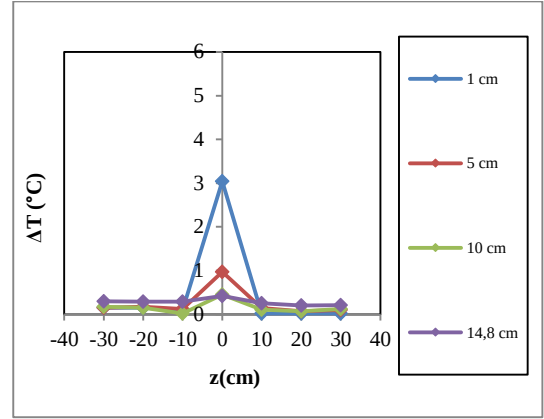


e. H=5cm

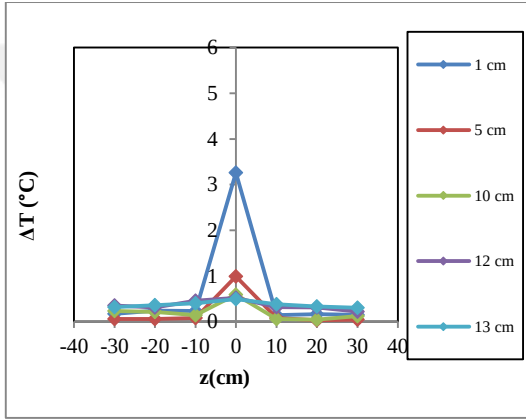
Şekil 4.41: $\theta=45^\circ$ için azalan H değerlerine göre sıcak su deşarjı jetlerinin merkez eksenlerinde enkesit içi sıcaklık dağılımları (Deney seri: B).



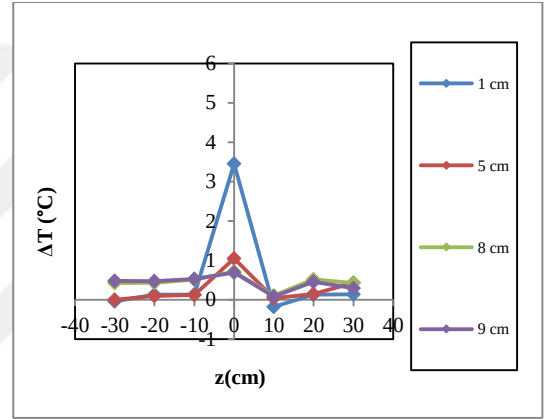
a. H=50cm



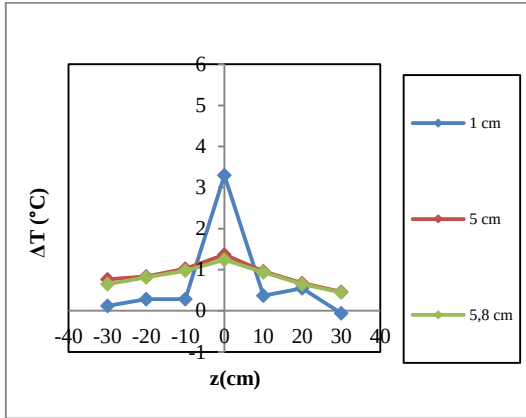
b. H=20cm



c. H=15cm



d. H=10cm



e. H=5cm

Şekil 4.42: $\theta=45^\circ$ için azalan H değerlerine göre sıcak su deşarjı jetlerinin merkez eksenlerinde enkesit içi sıcaklık dağılımları (Deney seri: C).

Tablo 4.164: $\theta=45^\circ$ için, H=50cm derinliğinde sıcak su deşarjı jet merkez eksenlerinde enkesit içi sıcaklık dağılımları (Deney seri: A) (çarpma noktası işaretlenmiştir).

x (cm)	y (cm)	ΔT (°C)						
		z (cm)						
		-30	-20	-10	0	10	20	30
1	0,5	0,03	0,02	0,01	2,27	0,12	0,01	0,01
5	4	0,02	0,02	0,04	0,82	0,13	0,02	0,02
10	9	0,03	0,02	0,06	0,43	0,04	0,02	0,04
15	16	0,05	0,05	0,09	0,32	0,05	0,04	0,10
20	27	0,04	0,08	0,14	0,31	0,08	0,08	0,07
24	49,9	0,14	0,14	0,15	0,29	0,10	0,10	0,07
25	49,6	0,13	0,12	0,13	0,28	0,11	0,11	0,08
30	49,4	0,12	0,14	0,13	0,27	0,12	0,12	0,09
35	49,3	0,11	0,13	0,14	0,26	0,14	0,12	0,10
40	49,2	0,14	0,15	0,11	0,25	0,13	0,13	0,09
45	49,1	0,14	0,16	0,12	0,24	0,12	0,10	0,08
50	49	0,14	0,15	0,13	0,23	0,13	0,12	0,10
55	48,8	0,13	0,13	0,13	0,22	0,12	0,11	0,09
60	48,5	0,12	0,13	0,12	0,21	0,11	0,11	0,06
65	48	0,11	0,11	0,11	0,16	0,06	0,10	0,08
70	47,9	0,10	0,10	0,08	0,15	0,05	0,10	0,09
80	47,7	0,10	0,09	0,07	0,14	0,04	0,10	0,07
100	46,5	0,09	0,07	0,06	0,13	0,02	0,09	0,06
120	46,3	0,09	0,07	0,05	0,12	0,02	0,09	0,06
140	45,9	0,10	0,08	0,05	0,11	0,01	0,08	0,06

Tablo 4.165: $\theta=45^\circ$ için, H=50cm derinliğinde sıcak su deşarjı jet merkez eksenlerinde enkesit içi sıcaklık dağılımları (Deney seri: B) (çarpma noktası işaretlenmiştir).

x (cm)	y (cm)	ΔT (°C)						
		z (cm)						
		-30	-20	-10	0	10	20	30
1	0,5	0	0,01	0	2,51	0	0	0,02
5	3,8	0,01	0,01	0,06	0,76	0	0,01	0,03
10	10	0,01	0,02	0,02	0,5	0,01	0,01	0,03
15	16,5	0,01	0,03	0,04	0,36	0,02	0,02	0
20	23,8	0,05	0,05	0,03	0,3	0,04	0,04	0,02
24,6	49,8	0,01	0,04	0,07	0,26	0,06	0,05	0,02
25	49,2	0,06	0,05	0,04	0,24	0,07	0,03	0,01
30	49,2	0,07	0,05	0,07	0,23	0,01	0,04	0,04
35	49,2	0,07	0,04	0,08	0,21	0,08	0,07	0,03
40	49,1	0,08	0,07	0,11	0,2	0,09	0,07	0,08
45	49,1	0,09	0,07	0,11	0,19	0,09	0,07	0,06
50	49	0,1	0,07	0,1	0,18	0,01	0,09	0,03
55	48,9	0,1	0,08	0,1	0,17	0,07	0,09	0,05
60	48,6	0,09	0,07	0,09	0,16	0,05	0,08	0,07
65	48,5	0,09	0,07	0,1	0,15	0,05	0,07	0,07
70	48	0,1	0,08	0,08	0,14	0,02	0,08	0,07
80	47,9	0,09	0,06	0,07	0,13	0,05	0,09	0,08
100	47,5	0,08	0,07	0,06	0,12	0,04	0,08	0,08
120	46,7	0,08	0,07	0,06	0,11	0,05	0,08	0,08
140	46,2	0,08	0,06	0,05	0,1	0,03	0,07	0,08

Tablo 4.166: $\theta=45^\circ$ için, H=50cm derinliğinde sıcak su deşarjı jet merkez eksenlerinde enkesit içi sıcaklık dağılımları (Deney seri:C) (çarpma noktası işaretlenmiştir).

x (cm)	y (cm)	ΔT (°C)						
		z (cm)						
		-30	-20	-10	0	10	20	30
1	0,3	0	0,02	-0,01	2,43	0	0,01	0
5	4,2	0	0,01	0	0,88	0,03	0	0
10	9,5	0	0,02	0,03	0,43	0,04	0,01	0
15	16,5	0	0,01	0,06	0,33	0,05	0,01	0,01
20	23	0,01	0	0,07	0,28	0,07	0	0,01
25	49,6	0,02	0,05	0,09	0,26	0,12	0,05	0,06
25,5	49,9	0	0,07	0,13	0,25	0,11	0,08	0,1
30	49,5	0,09	0,05	0,12	0,22	0,14	0,1	0,11
35	49,4	0,12	0,08	0,11	0,21	0,11	0,07	0,1
40	49,3	0,1	0,09	0,12	0,2	0,12	0,1	0,1
45	49,2	0,12	0,09	0,14	0,19	0,13	0,2	0,1
50	49,1	0,11	0,08	0,12	0,18	0,12	0,09	0,1
55	49	0,12	0,1	0,11	0,17	0,12	0,1	0,1
60	48,9	0,11	0,09	0,12	0,16	0,12	0,08	0,11
65	48,8	0,1	0,08	0,11	0,15	0,1	0,07	0,1
70	48,7	0,1	0,09	0,11	0,14	0,09	0,08	0,1
80	48,6	0,1	0,08	0,11	0,13	0,08	0,07	0,1
100	48,2	0,11	0,09	0,1	0,12	0,11	0,1	0,11
120	48	0,1	0,09	0,1	0,11	0,11	0,09	0,11
140	46,3	0,1	0,07	0,1	0,1	0,1	0,07	0,1

Tablo 4.167: $\theta=45^\circ$ için, H=20cm derinliğinde sıcak su deşarjı jet merkez eksenlerinde enkesit içi sıcaklık dağılımları (Deney seri:A) (çarpma noktası işaretlenmiştir).

x (cm)	y (cm)	ΔT (°C)						
		z (cm)						
		-30	-20	-10	0	10	20	30
1	0,1	0,03	0,04	0,05	2,20	0,02	0,05	0,00
5	3,2	0,04	0,03	0,02	0,98	0,01	0,04	0,00
10	8,7	0,03	0,02	0,01	0,48	0,01	0,03	0,01
15	15	0,21	0,16	0,25	0,43	0,27	0,21	0,12
16	19,9	0,21	0,21	0,30	0,40	0,28	0,29	0,16
20	19,5	0,20	0,19	0,25	0,32	0,26	0,24	0,19
25	19,4	0,25	0,25	0,24	0,29	0,25	0,24	0,18
30	19,3	0,23	0,23	0,21	0,27	0,20	0,22	0,19
35	19,2	0,22	0,20	0,20	0,26	0,16	0,20	0,17
40	19,2	0,20	0,18	0,16	0,25	0,19	0,19	0,16
45	19,1	0,20	0,17	0,19	0,24	0,24	0,25	0,17
60	19	0,20	0,24	0,19	0,23	0,23	0,25	0,20
80	18,8	0,19	0,18	0,20	0,22	0,24	0,23	0,18
100	18,5	0,17	0,16	0,17	0,21	0,24	0,23	0,21
120	17,8	0,14	0,15	0,15	0,19	0,21	0,22	0,17
140	17	0,13	0,14	0,14	0,17	0,20	0,17	0,17

Tablo 4.168: $\theta=45^\circ$ için, H=20cm derinliğinde sıcak su deşarjı jet merkez eksenlerinde enkesit içi sıcaklık dağılımları (Deney seri:B) (çarpma noktası işaretlenmiştir).

x (cm)	y (cm)	ΔT (°C)						
		z (cm)						
		-30	-20	-10	0	10	20	30
1	0	0,02	0	0,01	3,11	0,01	0,01	0,05
5	3,3	0,02	0	0,02	0,99	-0,01	0,03	0,05
10	8,5	0,02	0,03	0,03	0,54	0,03	0,04	0,06
15	14,5	0,2	0,21	0,21	0,44	0,19	0,21	0,2
15,8	19,9	0,18	0,2	0,23	0,41	0,24	0,22	0,22
20	19,5	0,17	0,21	0,24	0,35	0,25	0,21	0,22
25	19,5	0,18	0,19	0,23	0,32	0,19	0,19	0,21
30	19,4	0,19	0,2	0,22	0,31	0,18	0,18	0,2
35	19,2	0,18	0,17	0,23	0,26	0,17	0,17	0,18
40	19,1	0,17	0,19	0,22	0,24	0,19	0,18	0,19
45	19	0,2	0,19	0,23	0,23	0,2	0,17	0,19
60	18,9	0,19	0,18	0,21	0,22	0,17	0,16	0,17
80	18,8	0,18	0,16	0,19	0,21	0,16	0,17	0,18
100	18,6	0,16	0,15	0,18	0,2	0,14	0,15	0,16
120	18,1	0,14	0,13	0,17	0,18	0,09	0,11	0,15
140	17,1	0,12	0,1	0,16	0,17	0,06	0,09	0,14

Tablo 4.169: $\theta=45^\circ$ için, H=20cm derinliğinde sıcak su deşarjı jet merkez eksenlerinde enkesit içi sıcaklık dağılımları (Deney seri: C) (çarpma noktası işaretlenmiştir).

x (cm)	y (cm)	ΔT (°C)						
		z (cm)						
		-30	-20	-10	0	10	20	30
1	0,5	0,15	0,15	0,1	3,04	0,02	0,02	0,02
5	3,7	0,15	0,17	0,12	0,97	0,14	0,07	0,1
10	8,5	0,17	0,15	0,02	0,45	0,11	0,07	0,12
14,8	19,8	0,3	0,29	0,29	0,42	0,25	0,2	0,21
15	19,5	0,29	0,28	0,27	0,4	0,26	0,2	0,19
20	19,5	0,29	0,28	0,28	0,35	0,31	0,25	0,25
25	19,4	0,28	0,28	0,23	0,31	0,32	0,27	0,26
30	19,3	0,27	0,27	0,24	0,3	0,29	0,22	0,24
35	19,3	0,27	0,26	0,22	0,29	0,27	0,2	0,23
40	19,2	0,26	0,25	0,24	0,28	0,25	0,2	0,22
45	19,2	0,26	0,25	0,25	0,27	0,23	0,2	0,24
60	19,1	0,27	0,26	0,24	0,26	0,22	0,21	0,23
80	19	0,26	0,25	0,23	0,25	0,25	0,21	0,22
100	18,6	0,23	0,21	0,22	0,23	0,24	0,23	0,23
120	18,1	0,22	0,2	0,34	0,2	0,22	0,22	0,22
140	16,8	0,23	0,19	0,16	0,18	0,2	0,21	0,17

Tablo 4.170: $\theta=45^\circ$ için, H=15cm derinliğinde sıcak su deşarjı jet merkez eksenlerinde enkesit içi sıcaklık dağılımları (Deney seri: A) (çarpma noktası işaretlenmiştir).

x (cm)	y (cm)	ΔT (°C)						
		z (cm)						
		-30	-20	-10	0	10	20	30
1	0,5	0,01	0,01	0,00	2,83	0,00	0,02	0,00
5	4	0,05	0,05	0,03	1,08	0,04	0,03	0,01
10	9	0,09	0,17	0,04	0,59	0,11	0,09	0,13
11	11,6	0,25	0,26	0,38	0,53	0,35	0,32	0,27
12	14,8	0,28	0,17	0,10	0,49	0,31	0,28	0,25
15	14,6	0,25	0,22	0,26	0,42	0,30	0,30	0,31
20	14,5	0,27	0,31	0,33	0,35	0,29	0,32	0,30
25	14,4	0,27	0,26	0,31	0,33	0,30	0,32	0,28
30	14,2	0,28	0,27	0,30	0,32	0,28	0,31	0,27
35	14,1	0,27	0,28	0,29	0,30	0,26	0,30	0,27
40	14	0,28	0,28	0,27	0,29	0,27	0,28	0,27
60	13,8	0,26	0,19	0,28	0,28	0,28	0,31	0,28
80	13,4	0,23	0,26	0,27	0,26	0,25	0,29	0,26
100	13,3	0,20	0,21	0,24	0,24	0,26	0,30	0,26
120	13,2	0,18	0,15	0,25	0,23	0,24	0,31	0,28
140	13,1	0,16	0,14	0,15	0,21	0,23	0,28	0,23

Tablo 4.171: $\theta=45^\circ$ için, H=15cm derinliğinde sıcak su deşarjı jet merkez eksenlerinde enkesit içi sıcaklık dağılımları (Deney seri: B) (çarpma noktası işaretlenmiştir).

x (cm)	y (cm)	ΔT (°C)						
		z (cm)						
		-30	-20	-10	0	10	20	30
1	0,4	0,01	0,01	0,02	3,13	0	0	0,01
5	3,8	0,02	0,02	0,03	1,07	0,04	0,03	0,02
10	9	0,09	0,06	0,06	0,57	0,05	0,07	0,08
11	12	0,26	0,24	0,38	0,55	0,33	0,22	0,22
11,5	14,9	0,24	0,24	0,37	0,5	0,31	0,21	0,22
15	14,6	0,24	0,26	0,35	0,46	0,33	0,22	0,23
20	14,5	0,19	0,25	0,34	0,43	0,31	0,24	0,24
25	14,4	0,24	0,26	0,32	0,41	0,29	0,24	0,23
30	14,4	0,2	0,22	0,25	0,35	0,27	0,13	0,18
35	14,3	0,19	0,2	0,23	0,3	0,16	0,17	0,17
40	14,1	0,19	0,18	0,22	0,28	0,18	0,17	0,17
60	13,9	0,2	0,19	0,21	0,26	0,2	0,17	0,19
80	13,6	0,22	0,2	0,25	0,24	0,19	0,2	0,2
100	13,5	0,23	0,14	0,24	0,23	0,18	0,19	0,14
120	13,4	0,04	0,08	0,13	0,22	0,2	0,21	0,19
140	13,2	0,05	0,11	0,21	0,21	0,21	0,26	0,22

Tablo 4.172: $\theta=45^\circ$ için, H=15cm derinliğinde sıcak su deşarjı jet merkez eksenlerinde enkesit içi sıcaklık dağılımları (Deney seri: C) (çarpma noktası işaretlenmiştir).

x (cm)	y (cm)	ΔT (°C)						
		z (cm)						
		-30	-20	-10	0	10	20	30
1	0,2	0,17	0,24	0,23	3,26	0,14	0,16	0,15
5	3,7	0,06	0,06	0,08	0,99	0,08	0,03	0,04
10	9,2	0,23	0,21	0,14	0,59	0,06	0,04	0,12
12	12	0,35	0,31	0,46	0,52	0,32	0,31	0,22
13	14,8	0,32	0,36	0,4	0,49	0,38	0,33	0,3
14	14,5	0,21	0,2	0,18	0,46	0,14	0,21	0,26
15	14,5	0,32	0,35	0,41	0,44	0,36	0,32	0,31
20	14,5	0,32	0,35	0,41	0,41	0,39	0,31	0,31
25	14,5	0,36	0,34	0,38	0,38	0,32	0,3	0,33
30	14,5	0,35	0,35	0,36	0,36	0,31	0,28	0,32
35	14,4	0,31	0,34	0,35	0,34	0,29	0,25	0,31
40	14,2	0,31	0,31	0,3	0,31	0,28	0,24	0,3
60	14	0,31	0,31	0,32	0,3	0,27	0,25	0,31
80	13,7	0,3	0,3	0,31	0,28	0,27	0,25	0,31
100	13,6	0,25	0,27	0,28	0,27	0,27	0,24	0,25
120	13,5	0,22	0,14	0,2	0,25	0,27	0,22	0,21
140	13,3	0,21	0,16	0,18	0,23	0,24	0,16	0,2

Tablo 4.173: $\theta=45^\circ$ için, H=10cm derinliğinde sıcak su deşarjı jet merkez eksenlerinde enkesit içi sıcaklık dağılımları (Deney seri: A) (çarpma noktası işaretlenmiştir).

x (cm)	y (cm)	ΔT (°C)						
		z (cm)						
		-30	-20	-10	0	10	20	30
1	0,2	0,09	0,04	0,02	2,93	0,06	0,03	0,04
5	4	0,10	0,00	0,06	1,03	0,12	0,08	0,14
8,6	9,9	0,49	0,44	0,53	0,73	0,56	0,51	0,43
9	9,7	0,48	0,45	0,55	0,68	0,55	0,50	0,44
10	9,6	0,50	0,43	0,52	0,65	0,55	0,51	0,42
15	9,5	0,48	0,42	0,50	0,58	0,48	0,43	0,41
20	9,5	0,46	0,38	0,44	0,49	0,45	0,38	0,38
25	9,4	0,45	0,34	0,39	0,47	0,43	0,37	0,37
30	9,3	0,44	0,32	0,38	0,45	0,43	0,37	0,35
35	9,2	0,43	0,31	0,39	0,44	0,42	0,39	0,36
40	9,1	0,42	0,32	0,41	0,42	0,44	0,41	0,40
60	9	0,40	0,32	0,41	0,40	0,45	0,40	0,41
80	8,8	0,33	0,28	0,39	0,39	0,42	0,41	0,39
100	8,7	0,25	0,15	0,36	0,37	0,41	0,39	0,40
120	8,6	0,26	0,16	0,36	0,35	0,38	0,33	0,17
140	8,5	0,27	0,18	0,34	0,32	0,38	0,33	0,26

Tablo 4.174: $\theta=45^\circ$ için, H=10cm derinliğinde sıcak su deşarjı jet merkez eksenlerinde enkesit içi sıcaklık dağılımları (Deney seri: B) (çarpma noktası işaretlenmiştir).

x (cm)	y (cm)	ΔT (°C)						
		z (cm)						
		-30	-20	-10	0	10	20	30
1	0,2	0	0,03	0,02	2,82	0,02	0,02	0,01
5	4	0,03	0,06	0,05	1	0,03	0,07	0,04
8	9,9	0,45	0,45	0,48	0,76	0,42	0,49	0,42
9	9,7	0,4	0,35	0,54	0,69	0,51	0,44	0,4
10	9,7	0,4	0,44	0,48	0,6	0,49	0,49	0,4
15	9,6	0,42	0,43	0,47	0,58	0,47	0,44	0,37
20	9,6	0,35	0,42	0,42	0,5	0,37	0,36	0,36
25	9,5	0,33	0,35	0,33	0,45	0,31	0,34	0,35
30	9,4	0,32	0,35	0,32	0,44	0,32	0,33	0,34
35	9,3	0,31	0,37	0,38	0,42	0,38	0,38	0,33
40	9,2	0,3	0,38	0,38	0,41	0,39	0,37	0,37
60	9,1	0,29	0,36	0,37	0,4	0,38	0,37	0,36
80	8,9	0,22	0,3	0,35	0,38	0,33	0,33	0,33
100	8,8	0,13	0,19	0,3	0,32	0,34	0,35	0,35
120	8,7	0,13	0,14	0,17	0,31	0,32	0,32	0,23
140	8,6	0,1	0,15	0,16	0,3	0,29	0,17	0,27

Tablo 4.175: $\theta=45^\circ$ için, H=10cm derinliğinde sıcak su deşarjı jet merkez eksenlerinde enkesit içi sıcaklık dağılımları (Deney seri: C).

x (cm)	y (cm)	ΔT (°C)						
		z (cm)						
		-30	-20	-10	0	10	20	30
1	0,2	0,04	0,13	0,13	3,45	0,02	0,13	0,14
5	4	0,03	0,1	0,12	1,05	0,04	0,15	0,43
8	7	0,42	0,43	0,51	0,72	0,11	0,52	0,42
9	9,8	0,48	0,47	0,53	0,69	0,08	0,46	0,29
10	9,6	0,41	0,49	0,51	0,6	0,07	0,45	0,44
15	9,6	0,4	0,35	0,48	0,54	0,09	0,59	0,4
20	9,5	0,39	0,41	0,47	0,45	0,1	0,43	0,39
25	9,5	0,33	0,39	0,42	0,44	0,11	0,42	0,36
30	9,4	0,34	0,38	0,43	0,42	0,11	0,4	0,33
35	9,3	0,35	0,35	0,41	0,41	0,12	0,39	0,32
40	9,2	0,36	0,39	0,4	0,4	0,14	0,41	0,33
60	9,1	0,35	0,37	0,39	0,38	0,15	0,42	0,32
80	9	0,32	0,33	0,36	0,36	0,16	0,37	0,29
100	8,7	0,18	0,2	0,34	0,34	0,14	0,38	0,22
120	8,5	0,08	0,2	0,31	0,32	0,14	0,34	0,21
140	8,4	0,05	0,19	0,3	0,31	0,13	0,34	0,2

Tablo 4.176: $\theta=45^\circ$ için, H=5cm derinliğinde sıcak su deşarjı jet merkez eksenlerinde enkesit içi sıcaklık dağılımları (Deney seri: A) (çarpma noktası işaretlenmiştir).

x (cm)	y (cm)	ΔT (°C)						
		z (cm)						
		-30	-20	-10	0	10	20	30
1	0,4	0,07	0,15	0,04	2,72	1,00	0,03	0,03
5	2	0,60	0,37	0,89	1,52	0,93	0,73	0,49
5,1	4,9	0,59	0,47	0,06	1,15	0,99	0,91	0,84
10	4,5	0,61	0,39	0,78	0,82	0,72	0,74	0,67
15	4,5	0,56	0,32	0,65	0,67	0,60	0,61	0,53
20	4,4	0,51	0,27	0,62	0,62	0,51	0,61	0,49
25	4,4	0,49	0,24	0,59	0,61	0,50	0,55	0,40
30	4,3	0,49	0,23	0,60	0,60	0,55	0,53	0,39
35	4,3	0,50	0,24	0,59	0,59	0,55	0,57	0,37
40	4,2	0,47	0,22	0,58	0,57	0,51	0,57	0,45
60	4,1	0,48	0,20	0,55	0,55	0,49	0,56	0,47
80	4	0,47	0,17	0,52	0,53	0,47	0,55	0,49
100	3,9	0,43	0,12	0,50	0,51	0,43	0,51	0,47
120	3,8	0,40	0,07	0,42	0,50	0,42	0,48	0,40
140	3,6	0,30	0,00	0,38	0,47	0,37	0,43	0,45

Tablo 4.177: $\theta=45^\circ$ için, H=5cm derinliğinde sıcak su deşarjı jet merkez eksenlerinde enkesit içi sıcaklık dağılımları (Deney seri: B) (çarpma noktası işaretlenmiştir).

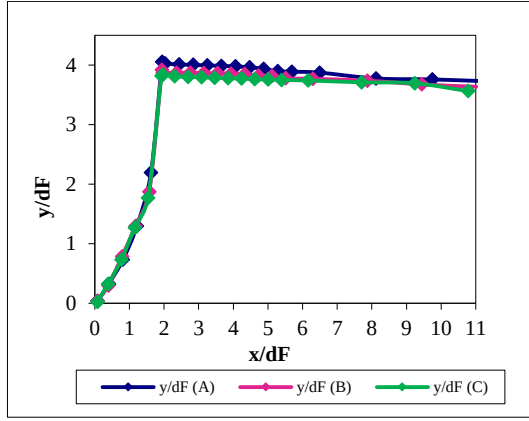
x (cm)	y (cm)	ΔT (°C)						
		z (cm)						
		-30	-20	-10	0	10	20	30
1	0,4	-0,02	0,08	0,06	3,41	0	0,02	0,04
4,9	4,9	0,66	0,81	0,92	1,13	0,84	0,82	0,57
5	4,7	0,66	0,8	0,93	1,05	0,17	0,71	0,58
10	4,5	0,69	0,63	0,67	0,9	0,7	0,69	0,72
15	4,5	0,49	0,6	0,64	0,81	0,57	0,65	0,58
20	4,4	0,45	0,57	0,59	0,76	0,56	0,61	0,47
25	4,4	0,44	0,52	0,64	0,73	0,55	0,63	0,45
30	4,3	0,4	0,57	0,64	0,71	0,55	0,62	0,51
35	4,3	0,44	0,55	0,63	0,7	0,6	0,66	0,51
40	4,2	0,42	0,56	0,6	0,69	0,58	0,61	0,53
60	4,1	0,46	0,5	0,59	0,65	0,59	0,61	0,54
80	4,1	0,42	0,48	0,56	0,59	0,55	0,62	0,52
100	4	0,38	0,48	0,54	0,55	0,51	0,54	0,48
120	3,8	0,35	0,48	0,52	0,53	0,47	0,53	0,46
140	3,7	0,22	0,37	0,5	0,49	0,46	0,52	0,44

Tablo 4.178: $\theta=45^\circ$ için, $H=5\text{cm}$ derinliğinde sıcak su deşarjı jet merkez eksenlerinde enkesit içi sıcaklık dağılımları (Deney seri: C) (çarpma noktası işaretlenmiştir).

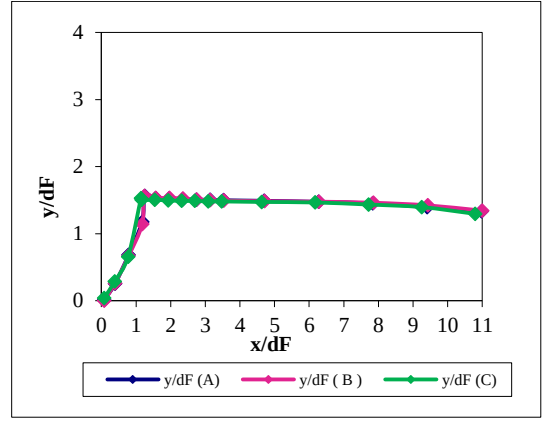
x (cm)	y (cm)	ΔT ($^\circ\text{C}$)						
		z (cm)						
		-30	-20	-10	0	10	20	30
1	0,2	0,12	0,28	0,28	3,3	0,37	0,55	0,06
5	1,6	0,77	0,84	1,02	1,37	0,96	0,67	0,46
5,8	4,8	0,65	0,81	0,98	1,24	0,94	0,65	0,45
10	4,7	0,62	0,68	0,83	0,86	0,75	0,6	0,56
15	4,7	0,54	0,67	0,82	0,72	0,71	0,6	0,51
20	4,6	0,5	0,66	0,71	0,7	0,64	0,58	0,46
25	4,6	0,5	0,65	0,7	0,68	0,63	0,57	0,44
30	4,5	0,51	0,64	0,68	0,66	0,64	0,56	0,43
35	4,5	0,52	0,64	0,71	0,65	0,66	0,58	0,43
40	4,4	0,54	0,67	0,7	0,64	0,67	0,59	0,46
60	4,4	0,54	0,64	0,69	0,58	0,65	0,59	0,55
80	4,2	0,52	0,61	0,62	0,57	0,62	0,58	0,53
100	4,1	0,5	0,58	0,62	0,55	0,61	0,57	0,55
120	3,9	0,36	0,48	0,57	0,52	0,56	0,53	0,45
140	3,8	0,28	0,38	0,56	0,5	0,53	0,51	0,42

4.4.2.3. $\theta=45^\circ$ için Sıcak Su Deşarjında Jet Merkez Ekseni Yörüngeleri

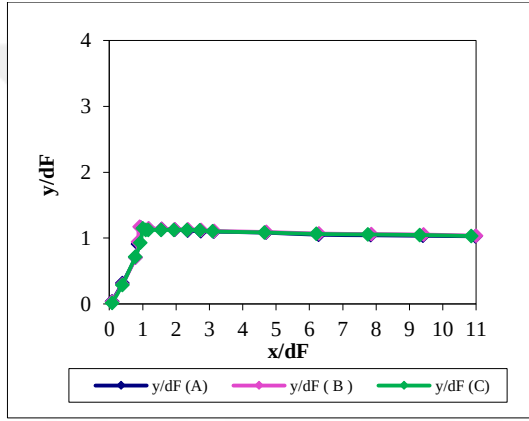
Deşarj derinliği H ’ ye bağlı olarak gerçekleştirilen $\theta=45^\circ$ deşarj deliği açısı için sıcak su deşarjı deneylerinin normalize edilmiş jet merkez ekseni yörüngelerinin profilleri x/dF - y/dF olarak Şekil 4.43’te verilmiştir. Normalize jet merkez ekseni yörüngelerinin x/dF - y/dF sayısal değerleri de Tablo 4.179 ila 4.183’te verilmiştir. Şekil 4.43’ten da görüleceği üzere, H değerindeki küçülmeye bağlı olarak jetin su yüzeyine çarpma noktasında ulaşmasından sonra, jetler yoğunluk tabakası haline dönüşerek merkez eksen yörüngeleri su yüzeyine yaklaşık paralel boyuna ilerlemeyi sürdürdüler.



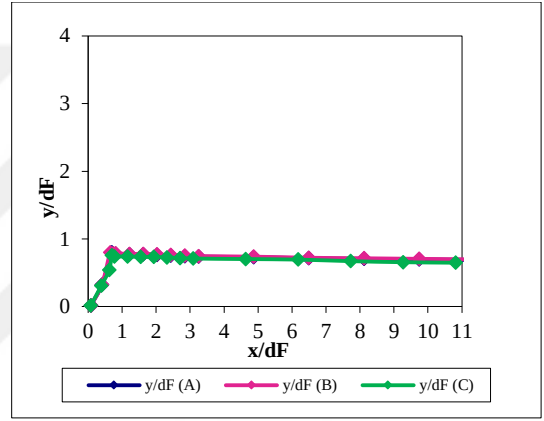
a. H=50cm



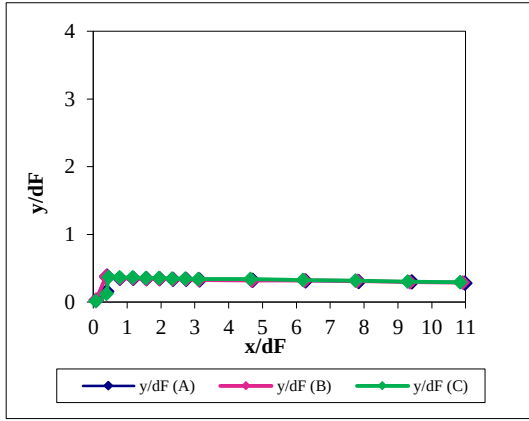
b. H=20cm



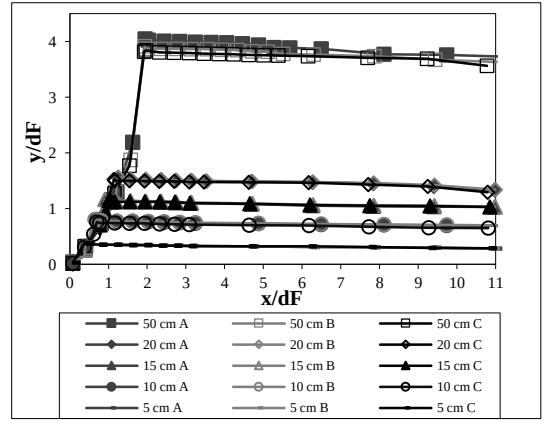
c. H=15cm



d. H=10cm



e. H=5cm



f. H değerlerine göre karşılaştırma

Şekil 4.43: H' ye göre $\theta=45^\circ$ için sıcak su deşarjı deneylerinin normalize edilmiş jet merkez eksenini yörüngelerinin profilleri.

Tablo 4.179: $\theta=45^\circ$ için, H=50cm derinliğinde sıcak su deşarjı jet merkez eksenini yörünge koordinatları (çarpma noktaları işaretlenmiştir).

x [cm] (A)	x [cm] (B)	x [cm] (C)	y [cm] (A)	y [cm] (B)	y [cm] (C)	x/dF (A)	x/dF (B)	x/dF (C)	y/dF (A)	y/dF (B)	y/dF (C)
1	1	1	0,5	0,5	0,3	0,0812	0,0787	0,077	0,0406	0,0393	0,0231
5	5	5	4	3,8	4,2	0,4058	0,3934	0,3848	0,3247	0,299	0,3232
10	10	10	9	10	9,5	0,8117	0,7867	0,7696	0,7305	0,7867	0,7311
15	15	15	16	16,5	16,5	1,2175	1,1801	1,1544	1,2987	1,2981	1,2698
20	20	20	27	23,8	23	1,6234	1,5735	1,5392	2,1916	1,8724	1,7701
24	24,6	-	49,9	49,8	-	1,9481	1,9354	-	4,0504	3,9179	-
25	25	25	49,6	49,2	49,6	2,0292	1,9668	1,924	4,026	3,8707	3,8172
-	-	25,5	-	-	49,9	-	-	1,9625	-	-	3,8403
30	30	30	49,4	49,2	49,5	2,4351	2,3602	2,3088	4,0098	3,8707	3,8095
35	35	35	49,3	49,2	49,4	2,8409	2,7536	2,6936	4,0017	3,8707	3,8018
40	40	40	49,2	49,1	49,3	3,2468	3,1469	3,0784	3,9935	3,8629	3,7941
45	45	45	49,1	49,1	49,2	3,6526	3,5403	3,4632	3,9854	3,8629	3,7864
50	50	50	49	49	49,1	4,0585	3,9337	3,848	3,9773	3,855	3,7787
55	55	55	48,8	48,9	49	4,4643	4,327	4,2328	3,9611	3,8471	3,771
60	60	60	48,5	48,6	48,9	4,8702	4,7204	4,6176	3,9367	3,8235	3,7633
65	65	65	48	48,5	48,8	5,276	5,1138	5,0024	3,8961	3,8157	3,7556
70	70	70	47,9	48	48,7	5,6819	5,5071	5,3872	3,888	3,7763	3,7479
80	80	80	47,7	47,9	48,6	6,4936	6,2939	6,1568	3,8718	3,7685	3,7402
100	100	100	46,5	47,5	48,2	8,1169	7,8673	7,696	3,7744	3,737	3,7094
120	120	120	46,3	46,7	48	9,7403	9,4408	9,2351	3,7581	3,6741	3,6941
140	140	140	45,9	46,2	46,3	11,3637	11,0143	10,7743	3,7257	3,6347	3,5632

Tablo 4.180: $\theta=45^\circ$ için, H=20cm derinliğinde sıcak su deşarjı jet merkez eksenini yörünge koordinatları (çarpma noktaları işaretlenmiştir).

x [cm] (A)	x [cm] (B)	x [cm] (C)	y [cm] (A)	y [cm] (B)	y [cm] (C)	x/dF (A)	x/dF (B)	x/dF (C)	y/dF (A)	y/dF (B)	y/dF (C)
1	1	1	0,1	0	0,5	0,0784	0,0785	0,0771	0,0078	0	0,0386
5	5	5	3,2	3,3	3,7	0,392	0,3927	0,3855	0,2509	0,2592	0,2853
10	10	10	8,7	8,5	8,5	0,7839	0,7853	0,7711	0,682	0,6675	0,6554
-	-	14,8	-	-	19,8	-	-	1,1412	-	-	1,5267
15	15	15	15	14,5	19,5	1,1759	1,178	1,1566	1,1759	1,1387	1,5036
16	15,8	-	19,9	19,9	-	1,2543	1,2408	-	1,56	1,5628	-
20	20	20	19,5	19,5	19,5	1,5679	1,5707	1,5421	1,5287	1,5314	1,5036
25	25	25	19,4	19,5	19,4	1,9598	1,9633	1,9276	1,5208	1,5314	1,4958
30	30	30	19,3	19,4	19,3	2,3518	2,356	2,3132	1,513	1,5235	1,4881
35	35	35	19,2	19,2	19,3	2,7437	2,7487	2,6987	1,5051	1,5078	1,4881
40	40	40	19,2	19,1	19,2	3,1357	3,1413	3,0842	1,5051	1,5	1,4804
45	45	45	19,1	19	19,2	3,5277	3,534	3,4697	1,4973	1,4921	1,4804
60	60	60	19	18,9	19,1	4,7036	4,712	4,6263	1,4895	1,4843	1,4727
80	80	80	18,8	18,8	19	6,2714	6,2827	6,1684	1,4738	1,4764	1,465
100	100	100	18,5	18,6	18,6	7,8393	7,8533	7,7105	1,4503	1,4607	1,4342
120	120	120	17,8	18,1	18,1	9,4071	9,424	9,2526	1,3954	1,4215	1,3956
140	140	140	17	17,1	16,8	10,975	10,9947	10,7947	1,3327	1,3429	1,2954

Tablo 4.181: $\theta=45^\circ$ için, H=15cm derinliğinde sıcak su deşarjı jet merkez eksen yörünge koordinatları (çarpma noktaları işaretlenmiştir).

x [cm] (A)	x [cm] (B)	x [cm] (C)	y [cm] (A)	y [cm] (B)	y [cm] (C)	x/dF (A)	x/dF (B)	x/dF (C)	y/dF (A)	y/dF (B)	y/dF (C)
1	1	1	0,5	0,4	0,2	0,0784	0,0786	0,0775	0,0392	0,0314	0,0155
5	5	5	4	3,8	3,7	0,392	0,3928	0,3877	0,3136	0,2985	0,2869
10	10	10	9	9	9,2	0,7839	0,7855	0,7754	0,7055	0,707	0,7134
11	11	12	11,6	12	12	0,8623	0,8641	0,9305	0,9094	0,9426	0,9305
12	11,5	13	14,8	14,9	14,8	0,9407	0,9033	1,008	1,1602	1,1704	1,1476
-	-	14	-	-	14,5	-	-	1,0855	-	-	1,1243
15	15	15	14,6	14,6	14,5	1,1759	1,1783	1,1631	1,1445	1,1469	1,1243
20	20	20	14,5	14,5	14,5	1,5679	1,571	1,5508	1,1367	1,139	1,1243
25	25	25	14,4	14,4	14,5	1,9598	1,9638	1,9385	1,1289	1,1311	1,1243
30	30	30	14,2	14,4	14,5	2,3518	2,3566	2,3262	1,1132	1,1311	1,1243
35	35	35	14,1	14,3	14,4	2,7437	2,7493	2,7139	1,1053	1,1233	1,1166
40	40	40	14	14,1	14,2	3,1357	3,1421	3,1016	1,0975	1,1076	1,1011
60	60	60	13,8	13,9	14	4,7036	4,7131	4,6523	1,0818	1,0919	1,0855
80	80	80	13,4	13,6	13,7	6,2714	6,2842	6,2031	1,0505	1,0683	1,0623
100	100	100	13,3	13,5	13,6	7,8393	7,8552	7,7539	1,0426	1,0605	1,0545
120	120	120	13,2	13,4	13,5	9,4071	9,4262	9,3047	1,0348	1,0526	1,0468
140	140	140	13,1	13,2	13,3	10,975	10,9973	10,8555	1,0269	1,0369	1,0313

Tablo 4.182: $\theta=45^\circ$ için, H=10cm derinliğinde sıcak su deşarjı jet merkez eksen yörünge koordinatları (çarpma noktaları işaretlenmiştir).

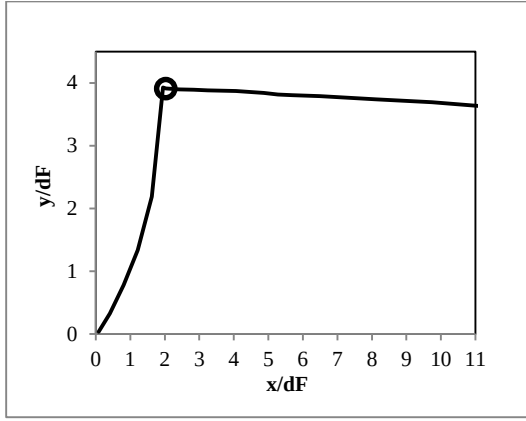
x [cm] (A)	x [cm] (B)	x [cm] (C)	y [cm] (A)	y [cm] (B)	y [cm] (C)	x/dF (A)	x/dF (B)	x/dF (C)	y/dF (A)	y/dF (B)	y/dF (C)
1	1	1	0,2	0,2	0,2	0,0812	0,0812	0,0773	0,0162	0,0162	0,0155
5	5	5	4	4	4	0,4058	0,4058	0,3863	0,3247	0,3247	0,309
8,6	8	8	9,9	9,9	7	0,6981	0,6494	0,618	0,8036	0,8036	0,5408
9	9	9	9,7	9,7	9,8	0,7305	0,7305	0,6953	0,7873	0,7873	0,7571
10	10	10	9,6	9,7	9,6	0,8117	0,8117	0,7725	0,7792	0,7873	0,7416
15	15	15	9,5	9,6	9,6	1,2175	1,2175	1,1588	0,7711	0,7792	0,7416
20	20	20	9,5	9,6	9,5	1,6234	1,6234	1,545	0,7711	0,7792	0,7339
25	25	25	9,4	9,5	9,5	2,0292	2,0292	1,9313	0,763	0,7711	0,7339
30	30	30	9,3	9,4	9,4	2,4351	2,4351	2,3175	0,7549	0,763	0,7262
35	35	35	9,2	9,3	9,3	2,8409	2,8409	2,7038	0,7468	0,7549	0,7184
40	40	40	9,1	9,2	9,2	3,2468	3,2468	3,09	0,7386	0,7468	0,7107
60	60	60	9	9,1	9,1	4,8702	4,8702	4,635	0,7305	0,7386	0,703
80	80	80	8,8	8,9	9	6,4936	6,4936	6,18	0,7143	0,7224	0,6953
100	100	100	8,7	8,8	8,7	8,1169	8,1169	7,725	0,7062	0,7143	0,6721
120	120	120	8,6	8,7	8,5	9,7403	9,7403	9,27	0,6981	0,7062	0,6566
140	140	140	8,5	8,6	8,4	11,3637	11,3637	10,815	0,6899	0,6981	0,6489

Tablo 4.183: $\theta=45^\circ$ için, $H=5\text{cm}$ derinliğinde sıcak su deşarjı jet merkez eksen yörünge koordinatları (çarpma noktaları işaretlenmiştir).

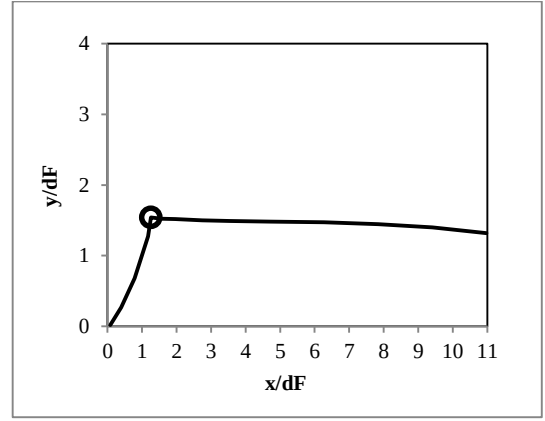
x [cm] (A)	x [cm] (B)	x [cm] (C)	y [cm] (A)	y [cm] (B)	y [cm] (C)	x/dF (A)	x/dF (B)	x/dF (C)	y/dF (A)	y/dF (B)	y/dF (C)
1	1	1	0,4	0,4	0,2	0,0784	0,078	0,0774	0,0314	0,0312	0,0155
-	4,9	-	-	4,9	-	-	0,382	-	-	0,382	-
5	5	5	2	4,7	1,6	0,392	0,3898	0,387	0,1568	0,3665	0,1238
5,1	-	5,8	4,9	-	4,8	0,3998	-	0,4489	0,3841	-	0,3715
10	10	10	4,5	4,5	4,7	0,7839	0,7797	0,7739	0,3528	0,3509	0,3638
15	15	15	4,5	4,5	4,7	1,1759	1,1695	1,1609	0,3528	0,3509	0,3638
20	20	20	4,4	4,4	4,6	1,5679	1,5594	1,5479	0,3449	0,3431	0,356
25	25	25	4,4	4,4	4,6	1,9598	1,9492	1,9349	0,3449	0,3431	0,356
30	30	30	4,3	4,3	4,5	2,3518	2,339	2,3218	0,3371	0,3353	0,3483
35	35	35	4,3	4,3	4,5	2,7437	2,7289	2,7088	0,3371	0,3353	0,3483
40	40	40	4,2	4,2	4,4	3,1357	3,1187	3,0958	0,3292	0,3275	0,3405
60	60	60	4,1	4,1	4,4	4,7036	4,6781	4,6437	0,3214	0,3197	0,3405
80	80	80	4	4,1	4,2	6,2714	6,2375	6,1916	0,3136	0,3197	0,3251
100	100	100	3,9	4	4,1	7,8393	7,7968	7,7395	0,3057	0,3119	0,3173
120	120	120	3,8	3,8	3,9	9,4071	9,3562	9,2874	0,2979	0,2963	0,3018
140	140	140	3,6	3,7	3,8	10,975	10,9155	10,8353	0,2822	0,2885	0,2941

4.4.2.4. $\theta=45^\circ$ için Sıcak Su Deşarjında Ortalama Jet Merkez Eksen Yörüngeleri

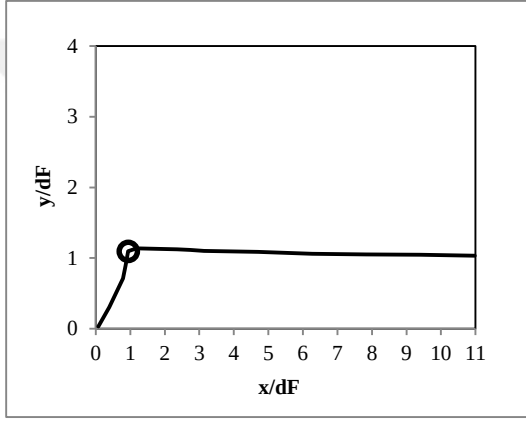
Deşarj derinliği H' ye bağlı olarak gerçekleştirilen $\theta=45^\circ$ deşarj deliği açısı için sıcak su deşarjı deneylerinin normalize edilmiş jet merkez eksen yörüngelerinin x/dF - y/dF olarak deneysel ölçüm noktalarının tüm deneyler için A serisi x/dF noktalarına enterpolasyon ile taşınmış ve ortalamaları alınmış profilleri x/dF - y/dF olarak Şekil 4.44'de verilmiştir. Normalize jet merkez eksen yörüngelerinin x/dF - y/dF sayısal değerleri de Tablo 4.184 ila 4.188'de verilmiştir. Şekil 4.44'den de görüldüğü gibi, jet merkez eksenleri deşarj derinliklerinin azalmasına bağlı olarak, derinliklerin büyüklüğüyle doğru orantılı bir şekilde çarpma noktası derinlikleri ve yoğunluk akıntılarının içerisindeki merkez eksenlerin düşey konumları da azalmışlardır. Yoğunluk akıntısı içi merkez eksenleri, çarpma noktası sonrası yatay eksen boyunca hareket ederlerken, konumlarında aşağı yönlü hareket gözlenmiştir. Hidrolik sıçrama sonucu oluşan bu hareketin etkisinin derinliğin değeri azaldıkça, azaldığı, çarpma noktası sonrası merkez eksenin sığlaşma arttıkça yatay eksene göre paralelleştiği belirlenmiştir.



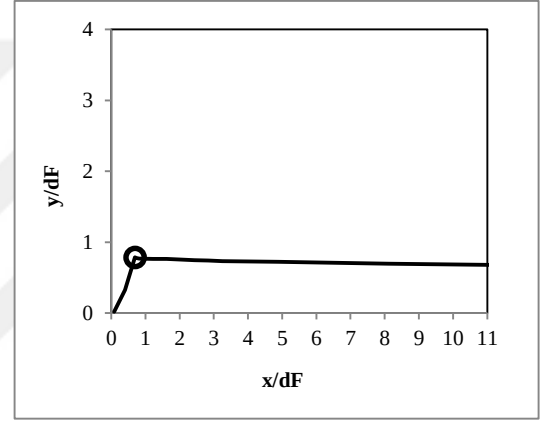
a. H=50cm



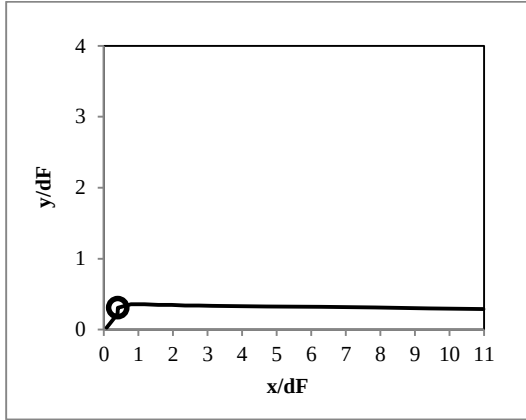
b. H=20cm



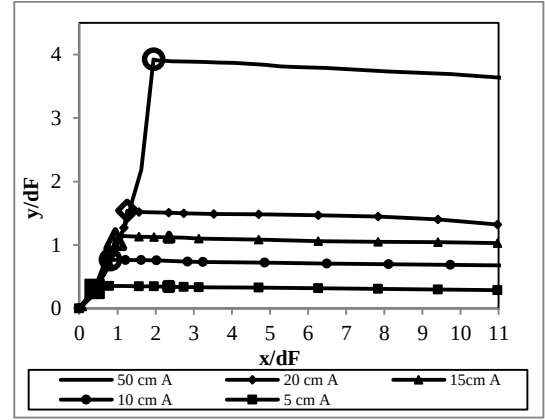
c. H=15cm



d. H=10cm



e. H=5cm



f. H değerlerine göre karşılaştırma

Şekil 4.44: $\theta=45^\circ$ için sıcak su deşarjında ortalama jet merkez eksen yörüngeleri (çarpma noktaları işaretlenmiştir).

Tablo 4.184: $\theta=45^\circ$ için, H=50cm derinliğinde sıcak su deşarjında ortalama jet merkez eksenî yörünge koordinatları (çarpma noktaları işaretlenmiştir).

x/dF (A)	y/dF (A)	y/dF (B)	y/dF (C)	Ort y/dF	x/dF (A)	y/dF (A)	y/dF (B)	y/dF (C)	Ort y/dF
0,0812	0,0406	0,0414	0,0272	0,0364	3,6526	3,9854	3,8606	3,7826	3,8762
0,4058	0,3247	0,3144	0,3455	0,3282	4,0585	3,9773	3,8525	3,7745	3,8681
0,8117	0,7305	0,8192	0,7901	0,7799	4,4643	3,9611	3,8389	3,7664	3,8554
1,2175	1,2987	1,3528	1,3519	1,3345	4,8702	3,9367	3,8205	3,7583	3,8385
1,6234	2,1916	2,1546	2,2180	2,1881	5,2760	3,8961	3,7994	3,7502	3,8152
1,9481	4,0504	3,8989	3,8316	3,9270	5,6819	3,8880	3,7746	3,7450	3,8025
2,0292	4,0260	3,8707	3,8343	3,9104	6,4936	3,8718	3,7645	3,7335	3,7899
2,4351	4,0098	3,8707	3,8070	3,8958	8,1169	3,7744	3,7270	3,7052	3,7355
2,8409	4,0017	3,8690	3,7989	3,8898	9,7403	3,7581	3,6666	3,6511	3,6919
3,2468	3,9935	3,8629	3,7907	3,8824	11,3637	3,7257	3,6260	3,5131	3,6216

Tablo 4.185: $\theta=45^\circ$ için, H=20cm derinliğinde sıcak su deşarjında ortalama jet merkez eksenî yörünge koordinatları (çarpma noktaları işaretlenmiştir).

x/dF (A)	y/dF (A)	y/dF (B)	y/dF (C)	Ort y/dF	x/dF (A)	y/dF (A)	y/dF (B)	y/dF (C)	Ort y/dF
0,0784	0,0078	-0,0001	0,0396	0,0158	2,7437	1,5051	1,5080	1,4872	1,5001
0,3920	0,2509	0,2586	0,2915	0,2670	3,1357	1,5051	1,5001	1,4826	1,4960
0,7839	0,6820	0,6661	0,6857	0,6779	3,5277	1,4973	1,4923	1,4800	1,4899
1,1759	1,1759	1,1362	1,5036	1,2719	4,7036	1,4895	1,4843	1,4723	1,4820
1,2543	1,5600	1,5615	1,5036	1,5417	6,2714	1,4738	1,4765	1,4629	1,4711
1,5679	1,5287	1,5317	1,5030	1,5211	7,8393	1,4503	1,4609	1,4309	1,4474
1,9598	1,5208	1,5314	1,4952	1,5158	9,4071	1,3954	1,4219	1,3856	1,4009
2,3518	1,5130	1,5236	1,4881	1,5082	10,9750	1,3327	1,3439	1,2836	1,3201

Tablo 4.186: $\theta=45^\circ$ için, H=15cm derinliğinde sıcak su deşarjında ortalama jet merkez eksenî yörünge koordinatları (çarpma noktaları işaretlenmiştir).

x/dF (A)	y/dF (A)	y/dF (B)	y/dF (C)	Ort y/dF	x/dF (A)	y/dF (A)	y/dF (B)	y/dF (C)	Ort y/dF
0,0784	0,0392	0,0313	0,0163	0,0289	2,3518	1,1132	1,1311	1,1238	1,1227
0,3920	0,3136	0,2978	0,2916	0,3010	2,7437	1,1053	1,1234	1,1154	1,1147
0,7839	0,7055	0,7053	0,7253	0,7121	3,1357	1,0975	1,1076	1,1007	1,1020
0,8623	0,9094	0,9374	0,8351	0,8939	4,7036	1,0818	1,0920	1,0848	1,0862
0,9407	1,1602	1,1672	0,9592	1,0955	6,2714	1,0505	1,0685	1,0619	1,0603
1,1759	1,1445	1,1471	1,1243	1,1386	7,8393	1,0426	1,0605	1,0541	1,0524
1,5679	1,1367	1,1391	1,1243	1,1334	9,4071	1,0348	1,0527	1,0458	1,0444
1,9598	1,1289	1,1312	1,1243	1,1281	10,9750	1,0269	1,0371	1,0301	1,0314

Tablo 4.187: $\theta=45^\circ$ için, H=10cm derinliğinde sıcak su deşarjında ortalama jet merkez eksenî yörünge koordinatları (çarpma noktaları işaretlenmiştir).

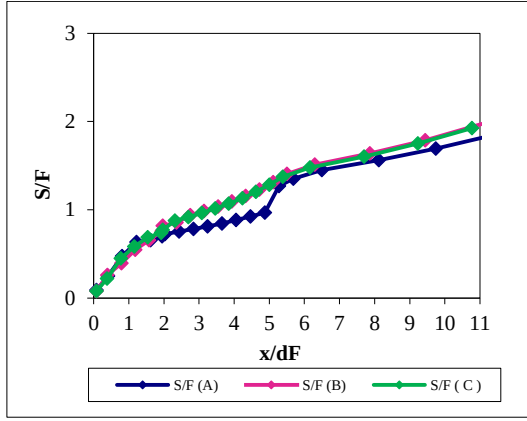
x/dF (A)	y/dF (A)	y/dF (B)	y/dF (C)	Ort y/dF	x/dF (A)	y/dF (A)	y/dF (B)	y/dF (C)	Ort y/dF
0,0812	0,0162	0,0162	0,0192	0,0172	2,4351	0,7549	0,7630	0,7238	0,7472
0,4058	0,3247	0,3247	0,3286	0,3260	2,8409	0,7468	0,7549	0,7157	0,7391
0,6981	0,8036	0,7938	0,7565	0,7846	3,2468	0,7386	0,7468	0,7099	0,7318
0,7305	0,7873	0,7873	0,7500	0,7749	4,8702	0,7305	0,7386	0,7018	0,7237
0,8117	0,7792	0,7873	0,7416	0,7694	6,4936	0,7143	0,7224	0,6905	0,7091
1,2175	0,7711	0,7792	0,7404	0,7636	8,1169	0,7062	0,7143	0,6682	0,6962
1,6234	0,7711	0,7792	0,7339	0,7614	9,7403	0,6981	0,7062	0,6543	0,6862
2,0292	0,7630	0,7711	0,7319	0,7553	11,3637	0,6899	0,6981	0,6462	0,6781

Tablo 4.188: $\theta=45^\circ$ için, H=5cm derinliğinde sıcak su deşarjında ortalama jet merkez eksenî yörünge koordinatları (çarpma noktaları işaretlenmiştir).

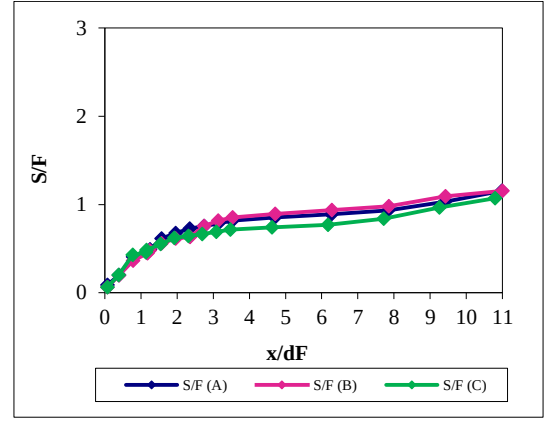
x/dF (A)	y/dF (A)	y/dF (B)	y/dF (C)	Ort y/dF	x/dF (A)	y/dF (A)	y/dF (B)	y/dF (C)	Ort y/dF
0,0784	0,0314	0,0317	0,0158	0,0263	2,7437	0,3371	0,3350	0,3476	0,3399
0,3920	0,1568	0,3664	0,1438	0,2223	3,1357	0,3292	0,3274	0,3405	0,3324
0,3998	0,3841	0,3661	0,1751	0,3084	4,7036	0,3214	0,3197	0,3399	0,3270
0,7839	0,3528	0,3509	0,3638	0,3558	6,2714	0,3136	0,3195	0,3247	0,3192
1,1759	0,3528	0,3507	0,3635	0,3557	7,8393	0,3057	0,3114	0,3163	0,3112
1,5679	0,3449	0,3431	0,3560	0,3480	9,4071	0,2979	0,2960	0,3012	0,2984
1,9598	0,3449	0,3428	0,3555	0,3478	10,9750	0,2822	0,2882	0,2934	0,2879
2,3518	0,3371	0,3353	0,3483	0,3402	-	-	-	-	-

4.4.2.5. $\theta=45^\circ$ için Sıcak Su Deşarjında Jet Merkez eksenî Boyunca Yatay Seyrelme Değişimi

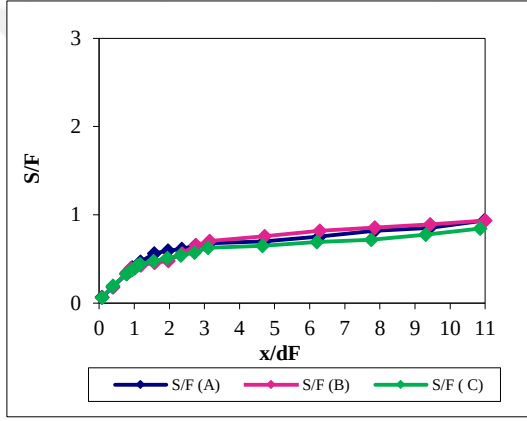
Gerçekleştiren sıcak su deşarjları deliğin açısı $\theta=45^\circ$ için boyutsuz x/dF yatay uzaklığına, H bağlı olarak jet merkezlerindeki yatay seyrelme değişimi Şekil 4.45'te görülmektedir. Aynı zamanda x/dF yatay uzaklığına bağlı olarak jet merkezlerindeki yatay seyrelme değişimi Tablo 4.189 ila 4.193'te sayısal olarak verilmiştir.



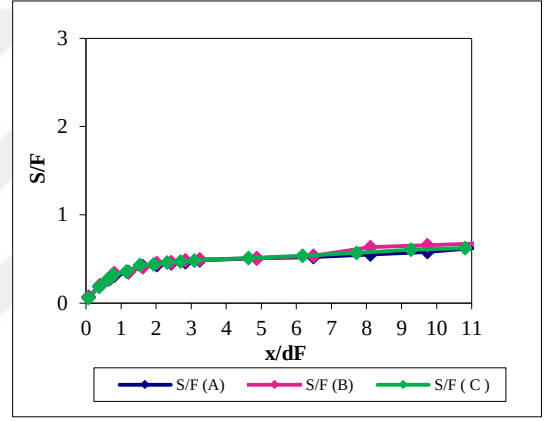
a. H=50cm



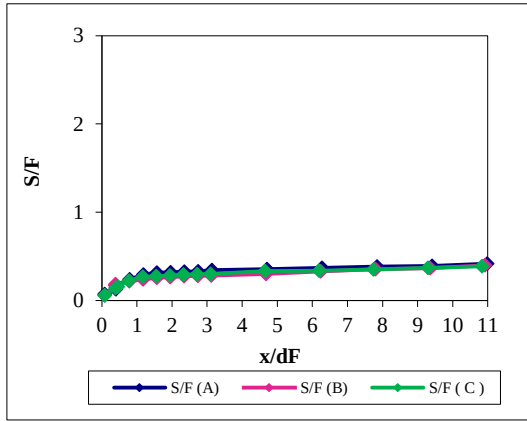
b. H=20cm



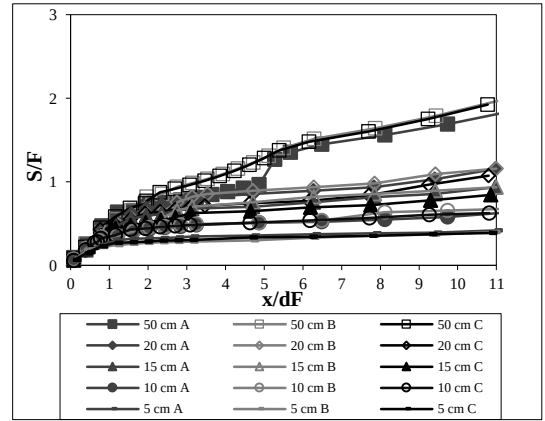
c. H=15cm



d. H=10cm



e. H=5cm



f. H değerlerine göre karşılaştırma

Şekil 4.45: $\theta=45^\circ$ için azalan H değerlerine göre sıcak su deşarjında jet merkez eksenı boyunca yatay seyrelme değışimi.

Tablo 4.189: $\theta=45^\circ$ için, $H=50\text{cm}$ derinliğinde sıcak su deşarjı jet merkez eksenini boyunca yatay seyrelme değişimi (çarpma noktaları işaretlenmiştir).

x/dF (A)	S (A)	S/F (A)	x/dF (B)	S (B)	S/F (B)	x/dF (C)	S (C)	S/F (C)
0,0812	2,20	0,0894	0,0787	1,99	0,0784	0,0770	2,06	0,0792
0,4058	6,10	0,2475	0,3934	6,58	0,2588	0,3848	5,68	0,2186
0,8117	11,63	0,4719	0,7867	10,00	0,3934	0,7696	11,63	0,4474
1,2175	15,63	0,6341	1,1801	13,89	0,5463	1,1544	15,15	0,5830
1,6234	16,13	0,6546	1,5735	16,67	0,6556	1,5392	17,86	0,6871
1,9481	17,24	0,6997	1,9354	19,23	0,7565	-	-	-
2,0292	17,86	0,7247	1,9668	20,83	0,8195	1,9240	19,23	0,7400
-	-	-	-	-	-	1,9625	20,00	0,7696
2,4351	18,52	0,7516	2,3602	21,74	0,8551	2,3088	22,73	0,8745
2,8409	19,23	0,7805	2,7536	23,81	0,9366	2,6936	23,81	0,9162
3,2468	20,00	0,8117	3,1469	25,00	0,9834	3,0784	25,00	0,9620
3,6526	20,83	0,8455	3,5403	26,32	1,0352	3,4632	26,32	1,0126
4,0585	21,74	0,8823	3,9337	27,78	1,0927	3,8480	27,78	1,0689
4,4643	22,73	0,9224	4,3270	29,41	1,1570	4,2328	29,41	1,1318
4,8702	23,81	0,9663	4,7204	31,25	1,2293	4,6176	31,25	1,2025
5,2760	31,25	1,2683	5,1138	33,33	1,3112	5,0024	33,33	1,2827
5,6819	33,33	1,3528	5,5071	35,71	1,4049	5,3872	35,71	1,3743
6,4936	35,71	1,4495	6,2939	38,46	1,5130	6,1568	38,46	1,4800
8,1169	38,46	1,5610	7,8673	41,67	1,6390	7,6960	41,67	1,6033
9,7403	41,67	1,6910	9,4408	45,45	1,7880	9,2351	45,45	1,7491
11,3637	45,45	1,8448	11,0143	50,00	1,9668	10,7743	50,00	1,9240

Tablo 4.190: $\theta=45^\circ$ için, $H=20\text{cm}$ derinliğinde sıcak su deşarjı jet merkez eksenini boyunca yatay seyrelme değişimi (çarpma noktaları işaretlenmiştir).

x/dF (A)	S (A)	S/F (A)	x/dF (B)	S (B)	S/F (B)	x/dF (C)	S (C)	S/F (C)
0,0784	2,27	0,0891	0,0785	1,61	0,0631	0,0771	1,64	0,0634
0,3920	5,10	0,2000	0,3927	5,05	0,1983	0,3855	5,15	0,1987
0,7839	10,42	0,4083	0,7853	9,26	0,3636	0,7711	11,11	0,4284
-	-	-	-	-	-	1,1412	11,90	0,4590
1,1759	11,63	0,4558	1,1780	11,36	0,4462	1,1566	12,50	0,4819
1,2543	12,50	0,4900	1,2408	12,20	0,4789	-	-	-
1,5679	15,63	0,6124	1,5707	14,29	0,5610	1,5421	14,29	0,5508
1,9598	17,24	0,6758	1,9633	15,63	0,6135	1,9276	16,13	0,6218
2,3518	18,52	0,7259	2,3560	16,13	0,6333	2,3132	16,67	0,6425
2,7437	19,23	0,7538	2,7487	19,23	0,7551	2,6987	17,24	0,6647
3,1357	20,00	0,7839	3,1413	20,83	0,8181	3,0842	17,86	0,6884
3,5277	20,83	0,8166	3,5340	21,74	0,8536	3,4697	18,52	0,7139
4,7036	21,74	0,8521	4,7120	22,73	0,8924	4,6263	19,23	0,7414
6,2714	22,73	0,8908	6,2827	23,81	0,9349	6,1684	20,00	0,7711
7,8393	23,81	0,9332	7,8533	25,00	0,9817	7,7105	21,74	0,8381
9,4071	26,32	1,0315	9,4240	27,78	1,0907	9,2526	25,00	0,9638
10,9750	29,41	1,1528	10,9947	29,41	1,1549	10,7947	27,78	1,0709

Tablo 4.191: $\theta=45^\circ$ için, $H=15\text{cm}$ derinliğinde sıcak su deşarjı jet merkez eksenı boyunca yatay seyrelme değışimi (çarpma noktaları işaretlenmiştir).

x/dF (A)	S (A)	S/F (A)	x/dF (B)	S (B)	S/F (B)	x/dF (C)	S (C)	S/F (C)
0,0784	1,77	0,0693	0,0786	1,60	0,0627	0,0775	1,53	0,0595
0,3920	4,63	0,1815	0,3928	4,67	0,1835	0,3877	5,05	0,1958
0,7839	8,47	0,3322	0,7855	8,77	0,3445	0,7754	8,47	0,3286
0,8623	9,43	0,3698	0,8641	9,09	0,3571	0,9305	9,62	0,3728
0,9407	10,20	0,4000	0,9033	10,00	0,3928	1,0080	10,20	0,3956
-	-	-	-	-	-	1,0855	10,87	0,4214
1,1759	11,90	0,4666	1,1783	10,87	0,4269	1,1631	11,36	0,4406
1,5679	14,29	0,5599	1,5710	11,63	0,4567	1,5508	12,20	0,4728
1,9598	15,15	0,5939	1,9638	12,20	0,4790	1,9385	13,16	0,5101
2,3518	15,63	0,6124	2,3566	14,29	0,5611	2,3262	13,89	0,5385
2,7437	16,67	0,6533	2,7493	16,67	0,6546	2,7139	14,71	0,5701
3,1357	17,24	0,6758	3,1421	17,86	0,7014	3,1016	16,13	0,6253
4,7036	17,86	0,6999	4,7131	19,23	0,7553	4,6523	16,67	0,6462
6,2714	19,23	0,7538	6,2842	20,83	0,8182	6,2031	17,86	0,6923
7,8393	20,83	0,8166	7,8552	21,74	0,8538	7,7539	18,52	0,7180
9,4071	21,74	0,8521	9,4262	22,73	0,8926	9,3047	20,00	0,7754
10,9750	23,81	0,9332	10,9973	23,81	0,9351	10,8555	21,74	0,8428

Tablo 4.192: $\theta=45^\circ$ için, $H=10\text{cm}$ derinliğinde sıcak su deşarjı jet merkez eksenı boyunca yatay seyrelme değışimi (çarpma noktaları işaretlenmiştir).

x/dF (A)	S (A)	S/F (A)	x/dF (B)	S (B)	S/F (B)	x/dF (C)	S (C)	S/F (C)
0,0812	1,71	0,0693	0,0812	1,77	0,0720	0,0773	1,45	0,0560
0,4058	4,85	0,1970	0,4058	5,00	0,2029	0,3863	4,76	0,1839
0,6981	6,85	0,2780	0,6494	6,58	0,2670	0,6180	6,94	0,2682
0,7305	7,35	0,2984	0,7305	7,25	0,2941	0,6953	7,25	0,2799
0,8117	7,69	0,3122	0,8117	8,33	0,3382	0,7725	8,33	0,3219
1,2175	8,62	0,3499	1,2175	8,62	0,3499	1,1588	9,26	0,3576
1,6234	10,20	0,4141	1,6234	10,00	0,4058	1,5450	11,11	0,4292
2,0292	10,64	0,4318	2,0292	11,11	0,4509	1,9313	11,36	0,4389
2,4351	11,11	0,4509	2,4351	11,36	0,4612	2,3175	11,90	0,4598
2,8409	11,36	0,4612	2,8409	11,90	0,4832	2,7038	12,20	0,4710
3,2468	11,90	0,4832	3,2468	12,20	0,4949	3,0900	12,50	0,4828
4,8702	12,50	0,5073	4,8702	12,50	0,5073	4,6350	13,16	0,5082
6,4936	12,82	0,5203	6,4936	13,16	0,5340	6,1800	13,89	0,5365
8,1169	13,51	0,5484	8,1169	15,63	0,6341	7,7250	14,71	0,5680
9,7403	14,29	0,5798	9,7403	16,13	0,6546	9,2700	15,63	0,6035
11,3637	15,63	0,6341	11,3637	16,67	0,6764	10,8150	16,13	0,6230

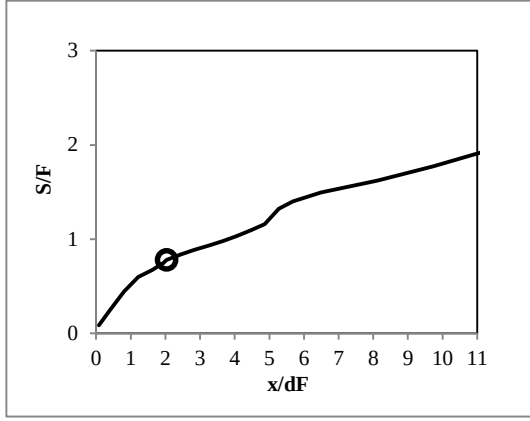
Tablo 4.193: $\theta=45^\circ$ için, $H=5\text{cm}$ derinliğinde sıcak su deşarjı jet merkez eksenı boyunca yatay seyrelme değışimi (çarpma noktaları işaretlenmiştir).

x/dF (A)	S (A)	S/F (A)	x/dF (B)	S (B)	S/F (B)	x/dF (C)	S (C)	S/F (C)
0,0784	1,84	0,0721	0,0780	1,47	0,0572	0,0774	1,52	0,0586
-	-	-	0,3820	4,42	0,1725	-	-	-
0,3920	3,29	0,1289	0,3898	4,76	0,1856	0,3870	3,65	0,1412
0,3998	4,35	0,1704	-	-	-	0,4489	4,03	0,1560
0,7839	6,10	0,2390	0,7797	5,56	0,2166	0,7739	5,81	0,2250
1,1759	7,46	0,2925	1,1695	6,17	0,2406	1,1609	6,94	0,2687
1,5679	8,06	0,3161	1,5594	6,58	0,2565	1,5479	7,14	0,2764
1,9598	8,20	0,3213	1,9492	6,85	0,2670	1,9349	7,35	0,2845
2,3518	8,33	0,3266	2,3390	7,04	0,2745	2,3218	7,58	0,2932
2,7437	8,47	0,3322	2,7289	7,14	0,2785	2,7088	7,69	0,2977
3,1357	8,77	0,3438	3,1187	7,25	0,2825	3,0958	7,81	0,3023
4,7036	9,09	0,3563	4,6781	7,69	0,2999	4,6437	8,62	0,3336
6,2714	9,43	0,3698	6,2375	8,47	0,3304	6,1916	8,77	0,3395
7,8393	9,80	0,3843	7,7968	9,09	0,3544	7,7395	9,09	0,3518
9,4071	10,00	0,3920	9,3562	9,43	0,3678	9,2874	9,62	0,3721
10,9750	10,64	0,4170	10,9155	10,20	0,3978	10,8353	10,00	0,3870

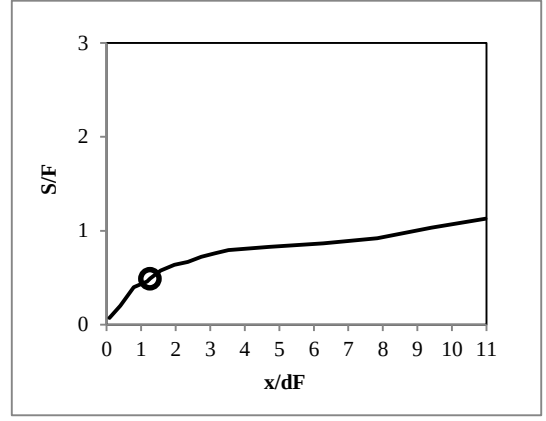
4.4.2.6. $\theta=45^\circ$ için Sıcak Su Deşarjında Jet Merkez eksenı Boyunca Ortalama Yatay

Seyrelme Değişimi

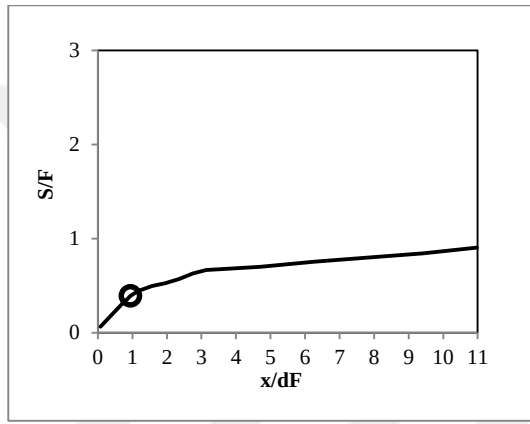
Gerçekleştiren sıcak su deşarjlarının deliğın açısı $\theta=45^\circ$ için x/dF yatay uzaklığına, H değerlerine bağılı olarak jet merkezlerindeki ortalama yatay seyrelme değışimleri Şekil 4.46'da görölmektedir. Yatay seyrelme değışimlerinin veri setleri Tablo 4.194 ila 4.198'de sayısal olarak verilmiştir. Şekil 4.46'dan de göröleceğı üzere, derinliğın sığlaşması ile birlikte, çarpma noktası öncesinde ve sonrasında derinlik azaldıkça jet merkez eksenindeki yatay seyrelme değeri de en serbest hale ($H=50\text{cm}$) göre ve daha derindeki deneysel sonuçlara göre daha küçük değeri almaktadırlar. Sığlaşmanın sadece çarpma noktasında değıl çarpma öncesinde ve sonrasında jet içi ve yoğunluk akıntısı içi yatay seyrilmeleri küçük değeri doğru kaydırđığı belirlenmiştir.



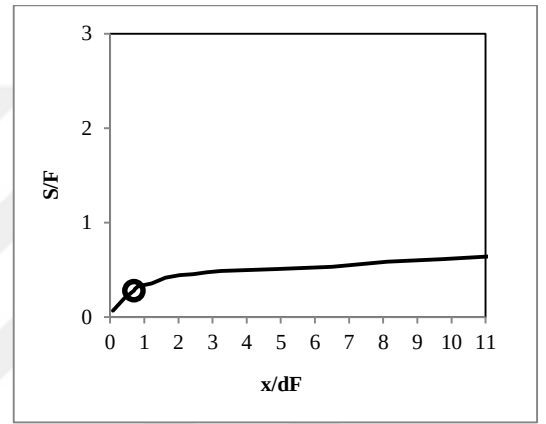
a. H=50cm



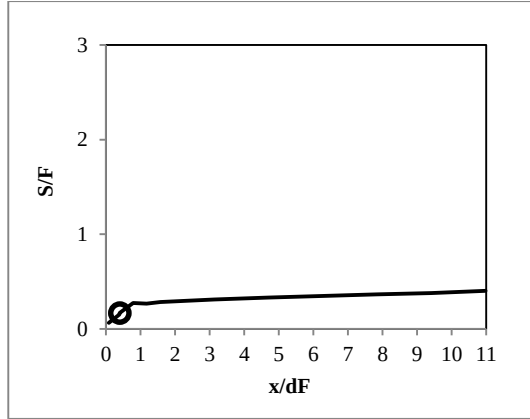
b. H=20cm



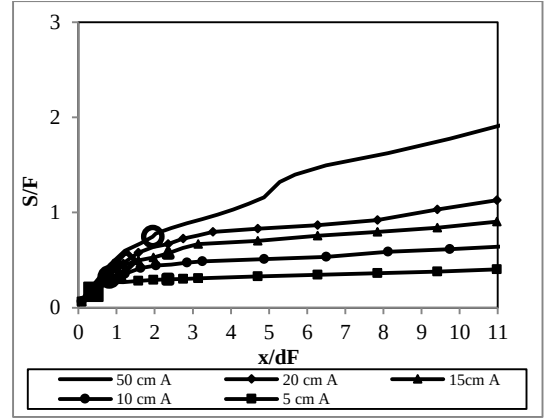
c. H=15cm



d. H=10cm



e. H=5cm



f. H değerlerine göre karşılaştırma

Şekil 4.46: $\theta=45^\circ$ için azalan H değerlerine göre sıcak su deşarjında jet merkez eksenı boyunca ortalama yatay seyrelme değışimi (çarpma noktaları işaretlenmiştir).

Tablo 4.194: $\theta=45^\circ$ için, H=50cm derinliğinde sıcak su deşarjı jet merkez eksen boyuna ortalama yatay seyrelme değişimi (çarpma noktaları işaretlenmiştir).

x/dF (A)	S/F (A)	S/F (B)	S/F (C)	Ort S/F	x/dF (A)	S/F (A)	S/F (B)	S/F (C)	Ort S/F
0,0812	0,0894	0,0798	0,0811	0,0834	3,6526	0,8455	1,0516	1,0403	0,9791
0,4058	0,2475	0,2631	0,2312	0,2472	4,0585	0,8823	1,1131	1,1033	1,0329
0,8117	0,4719	0,4031	0,4623	0,4458	4,4643	0,9224	1,1822	1,1743	1,0930
1,2175	0,6341	0,5567	0,6001	0,5970	4,8702	0,9663	1,2605	1,2551	1,1606
1,6234	0,6546	0,6695	0,6987	0,6743	5,2760	1,2683	1,3499	1,3478	1,3220
1,9481	0,6997	0,7819	0,7585	0,7467	5,6819	1,3528	1,4289	1,4148	1,3988
2,0292	0,7247	0,8252	0,7898	0,7799	6,4936	1,4495	1,5290	1,5070	1,4951
2,4351	0,7516	0,8706	0,8882	0,8368	8,1169	1,5610	1,6627	1,6432	1,6223
2,8409	0,7805	0,9470	0,9337	0,8871	9,7403	1,6910	1,8221	1,8065	1,7732
3,2468	0,8117	0,9966	0,9842	0,9308	11,3637	1,8448	2,0065	1,9910	1,9474

Tablo 4.195: $\theta=45^\circ$ için, H=20cm derinliğinde sıcak su deşarjı jet merkez eksen boyuna ortalama yatay seyrelme değişimi (çarpma noktaları işaretlenmiştir).

x/dF (A)	S/F (A)	S/F (B)	S/F (C)	Ort S/F	x/dF (A)	S/F (A)	S/F (B)	S/F (C)	Ort S/F
0,0784	0,0891	0,0631	0,0640	0,0720	2,7437	0,7538	0,7536	0,6675	0,7250
0,3920	0,2000	0,1980	0,2026	0,2002	3,1357	0,7839	0,8172	0,6811	0,7607
0,7839	0,4083	0,3630	0,4294	0,4002	3,5277	0,8166	0,8531	0,7153	0,7950
1,1759	0,4558	0,4458	0,4854	0,4623	4,7036	0,8521	0,8921	0,7429	0,8290
1,2543	0,4900	0,4822	0,4994	0,4905	6,2714	0,8908	0,9346	0,7755	0,8670
1,5679	0,6124	0,5603	0,5555	0,5761	7,8393	0,9332	0,9812	0,8486	0,9210
1,9598	0,6758	0,6131	0,6235	0,6375	9,4071	1,0315	1,0896	0,9745	1,0319
2,3518	0,7259	0,6331	0,6448	0,6679	10,9750	1,1528	1,1541	1,0834	1,1301

Tablo 4.196: $\theta=45^\circ$ için, H=15cm derinliğinde sıcak su deşarjı jet merkez eksen boyuna ortalama yatay seyrelme değişimi (çarpma noktaları işaretlenmiştir).

x/dF (A)	S/F (A)	S/F (B)	S/F (C)	Ort S/F	x/dF (A)	S/F (A)	S/F (B)	S/F (C)	Ort S/F
0,0784	0,0693	0,0627	0,0598	0,0639	2,3518	0,6124	0,5601	0,5406	0,5710
0,3920	0,1815	0,1832	0,1973	0,1873	2,7437	0,6533	0,6533	0,5744	0,6270
0,7839	0,3322	0,3439	0,3310	0,3357	3,1357	0,6758	0,7011	0,6258	0,6676
0,8623	0,3698	0,3568	0,3533	0,3600	4,7036	0,6999	0,7550	0,6477	0,7009
0,9407	0,4000	0,3974	0,3758	0,3911	6,2714	0,7538	0,8177	0,6934	0,7550
1,1759	0,4666	0,4266	0,4416	0,4450	7,8393	0,8166	0,8535	0,7211	0,7971
1,5679	0,5599	0,4565	0,4744	0,4969	9,4071	0,8521	0,8922	0,7798	0,8414
1,9598	0,5939	0,4787	0,5117	0,5281	10,9750	0,9332	0,9345	0,8480	0,9053

Tablo 4.197: $\theta=45^\circ$ için, H=10cm derinliğinde sıcak su deşarjı jet merkez eksenini boyunca ortalama yatay seyrelme değişimi (çarpma noktaları işaretlenmiştir).

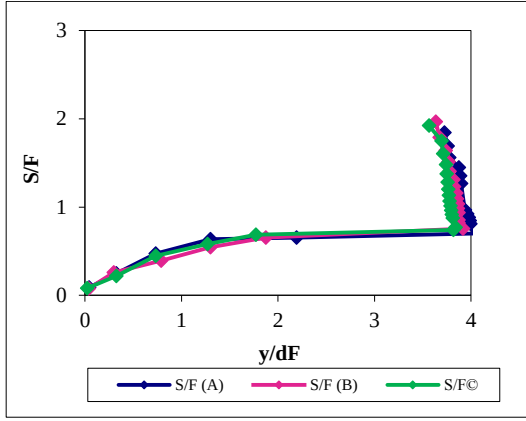
x/dF (A)	S/F (A)	S/F (B)	S/F (C)	Ort S/F	x/dF (A)	S/F (A)	S/F (B)	S/F (C)	Ort S/F
0,0812	0,0693	0,0720	0,0576	0,0663	2,4351	0,4509	0,4612	0,4453	0,4525
0,4058	0,1970	0,2029	0,1911	0,1970	2,8409	0,4612	0,4832	0,4752	0,4732
0,6981	0,2780	0,2833	0,2814	0,2809	3,2468	0,4832	0,4949	0,4854	0,4878
0,7305	0,2984	0,2941	0,2991	0,2972	4,8702	0,5073	0,5073	0,5125	0,5090
0,8117	0,3122	0,3382	0,3255	0,3253	6,4936	0,5203	0,5340	0,5429	0,5324
1,2175	0,3499	0,3499	0,3685	0,3561	8,1169	0,5484	0,6341	0,5770	0,5865
1,6234	0,4141	0,4058	0,4311	0,4170	9,7403	0,5798	0,6546	0,6094	0,6146
2,0292	0,4318	0,4509	0,4442	0,4423	11,3637	0,6341	0,6764	0,6299	0,6468

Tablo 4.198: $\theta=45^\circ$ için, H=5cm derinliğinde sıcak su deşarjı jet merkez eksenini boyunca ortalama yatay seyrelme değişimi (çarpma noktaları işaretlenmiştir).

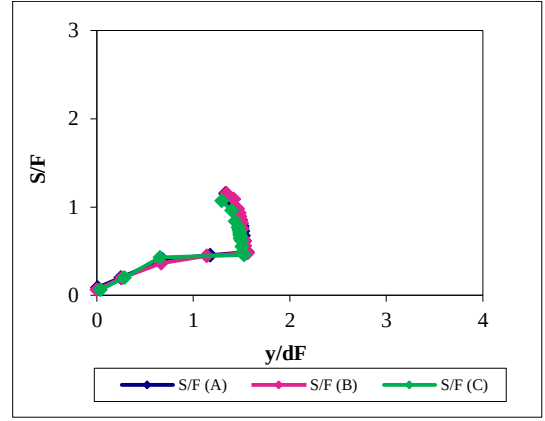
x/dF (A)	S/F (A)	S/F (B)	S/F (C)	Ort S/F	x/dF (A)	S/F (A)	S/F (B)	S/F (C)	Ort S/F
0,0784	0,0721	0,0573	0,0589	0,0628	2,7437	0,3322	0,2786	0,2981	0,3030
0,3920	0,1289	0,1858	0,1424	0,1524	3,1357	0,3438	0,2827	0,3031	0,3099
0,3998	0,1704	0,1864	0,1443	0,1670	4,7036	0,3563	0,3004	0,3338	0,3302
0,7839	0,2390	0,3509	0,2261	0,2720	6,2714	0,3698	0,3309	0,3401	0,3469
1,1759	0,2925	0,2409	0,2690	0,2675	7,8393	0,3843	0,3548	0,3531	0,3640
1,5679	0,3161	0,2567	0,2768	0,2832	9,4071	0,3920	0,3688	0,3732	0,3780
1,9598	0,3213	0,2672	0,2851	0,2912	10,9750	0,4170	0,3989	0,3883	0,4014
2,3518	0,3266	0,2747	0,2935	0,2983	-	-	-	-	-

4.4.2.7. $\theta=45^\circ$ için Sıcak Su Deşarjında Jet Merkez eksenini Boyunca Düşey Seyrelme Değişimi

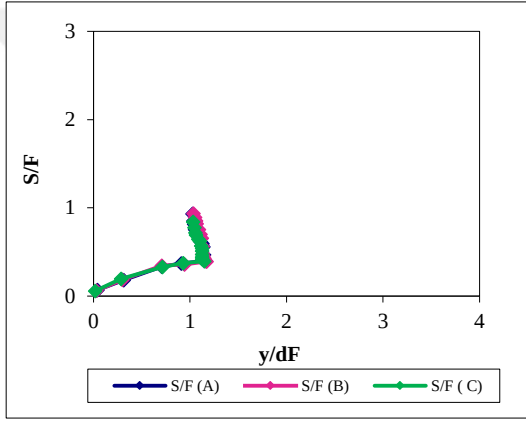
Gerçekleştiren sıcak su deşarjları deliğin açısı $\theta=45^\circ$ için boyutsuz y/dF düşey uzaklığına, H bağlı olarak jet merkezlerindeki düşey seyrelme değişimi Şekil 4.47’de görülmektedir aynı zamanda y/dF düşey uzaklığına bağlı olarak jet merkezlerindeki düşey seyrelme değişimi Tablo 4.199 ila 4.203’te sayısal olarak verilmiştir.



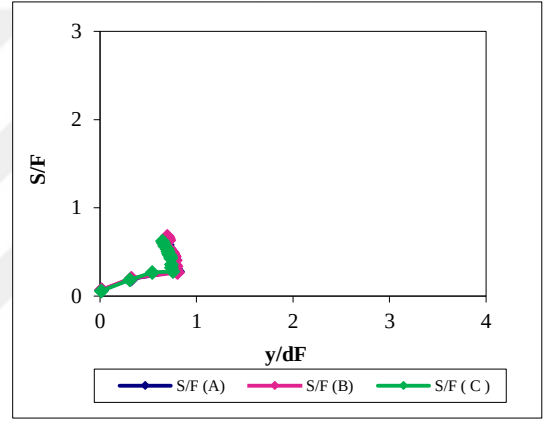
a. H=50cm



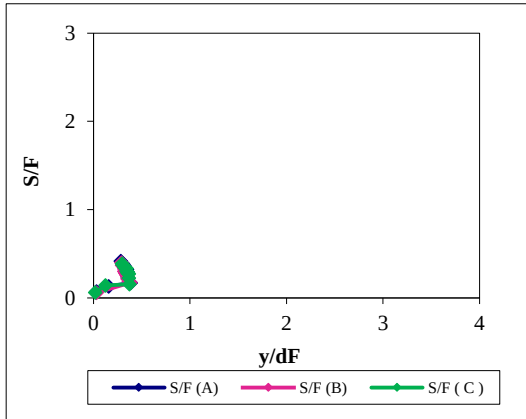
b. H=20cm



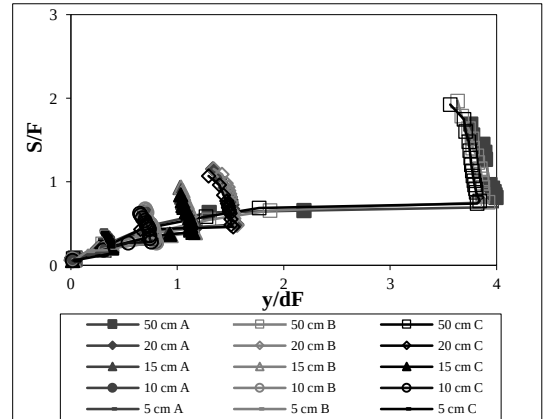
c. H=15cm



d. H=10cm



e. H=5cm



f. H değerlerine göre karşılaştırma

Şekil 4.47: $\theta=45^\circ$ için azalan H değerine bağlı olarak sıcak su deşarjı jet merkez eksenı boyunca düşey seyrelme değışimi.

Tablo 4.199: $\theta=45^\circ$ için, H=50cm derinliğinde sıcak su deşarjı jet merkez eksenı boyunca düşey seyrelme değışimi (çarpma noktaları işaretlenmiştir).

y/dF (A)	S (A)	S/F (A)	y/dF (B)	S (B)	S/F (B)	y/dF (C)	S (C)	S/F (C)
0,0406	2,2	0,0894	0,0393	1,99	0,0784	0,0231	2,06	0,0792
0,3247	6,1	0,2475	0,2990	6,58	0,2588	0,3232	5,68	0,2186
0,7305	11,63	0,4719	0,7867	10	0,3934	0,7311	11,63	0,4474
1,2987	15,63	0,6341	1,2981	13,89	0,5463	1,2698	15,15	0,583
2,1916	16,13	0,6546	1,8724	16,67	0,6556	1,7701	17,86	0,6871
4,0504	17,24	0,6997	3,9179	19,23	0,7565	-	-	-
4,0260	17,86	0,7247	3,8707	20,83	0,8195	3,8172	19,23	0,74
-	-	-	-	-	-	3,8403	20	0,7696
4,0098	18,52	0,7516	3,8707	21,74	0,8551	3,8095	22,73	0,8745
4,0017	19,23	0,7805	3,8707	23,81	0,9366	3,8018	23,81	0,9162
3,9935	20	0,8117	3,8629	25	0,9834	3,7941	25	0,962
3,9854	20,83	0,8455	3,8629	26,32	1,0352	3,7864	26,32	1,0126
3,9773	21,74	0,8823	3,8550	27,78	1,0927	3,7787	27,78	1,0689
3,9611	22,73	0,9224	3,8471	29,41	1,157	3,7710	29,41	1,1318
3,9367	23,81	0,9663	3,8235	31,25	1,2293	3,7633	31,25	1,2025
3,8961	31,25	1,2683	3,8157	33,33	1,3112	3,7556	33,33	1,2827
3,8880	33,33	1,3528	3,7763	35,71	1,4049	3,7479	35,71	1,3743
3,8718	35,71	1,4495	3,7685	38,46	1,513	3,7402	38,46	1,48
3,7744	38,46	1,561	3,7370	41,67	1,639	3,7094	41,67	1,6033
3,7581	41,67	1,691	3,6741	45,45	1,788	3,6941	45,45	1,7491
3,7257	45,45	1,8448	3,6347	50	1,9668	3,5632	50	1,924

Tablo 4.200: $\theta=45^\circ$ için, H=20cm derinliğinde sıcak su deşarjı jet merkez eksenı boyunca düşey seyrelme değışimi (çarpma noktaları işaretlenmiştir).

y/dF (A)	S (A)	S/F (A)	y/dF (B)	S (B)	S/F (B)	y/dF (C)	S (C)	S/F (C)
0,0078	2,27	0,0891	0,0000	1,61	0,0631	0,0386	1,64	0,0634
0,2509	5,1	0,2	0,2592	5,05	0,1983	0,2853	5,15	0,1987
0,6820	10,42	0,4083	0,6675	9,26	0,3636	0,6554	11,11	0,4284
-	-	-	-	-	-	1,5267	11,9	0,459
1,1759	11,63	0,4558	1,1387	11,36	0,4462	1,5036	12,5	0,4819
1,5600	12,5	0,49	1,5628	12,2	0,4789	-	-	-
1,5287	15,63	0,6124	1,5314	14,29	0,561	1,5036	14,29	0,5508
1,5208	17,24	0,6758	1,5314	15,63	0,6135	1,4958	16,13	0,6218
1,5130	18,52	0,7259	1,5235	16,13	0,6333	1,4881	16,67	0,6425
1,5051	19,23	0,7538	1,5078	19,23	0,7551	1,4881	17,24	0,6647
1,5051	20	0,7839	1,5000	20,83	0,8181	1,4804	17,86	0,6884
1,4973	20,83	0,8166	1,4921	21,74	0,8536	1,4804	18,52	0,7139
1,4895	21,74	0,8521	1,4843	22,73	0,8924	1,4727	19,23	0,7414
1,4738	22,73	0,8908	1,4764	23,81	0,9349	1,4650	20	0,7711
1,4503	23,81	0,9332	1,4607	25	0,9817	1,4342	21,74	0,8381
1,3954	26,32	1,0315	1,4215	27,78	1,0907	1,3956	25	0,9638
1,3327	29,41	1,1528	1,3429	29,41	1,1549	1,2954	27,78	1,0709

Tablo 4.201: $\theta=45^\circ$ için, $H=15\text{cm}$ derinliğinde sıcak su deşarjı jet merkez eksenı boyunca düşey seyrelme değışimi (çarpma noktaları işaretlenmiştir).

y/dF (A)	S (A)	S/F (A)	y/dF (B)	S (B)	S/F (B)	y/dF (C)	S (C)	S/F (C)
0,0392	1,77	0,0693	0,0314	1,6	0,0627	0,0155	1,53	0,0595
0,3136	4,63	0,1815	0,2985	4,67	0,1835	0,2869	5,05	0,1958
0,7055	8,47	0,3322	0,7070	8,77	0,3445	0,7134	8,47	0,3286
0,9094	9,43	0,3698	0,9426	9,09	0,3571	0,9305	9,62	0,3728
1,1602	10,2	0,4	1,1704	10	0,3928	1,1476	10,2	0,3956
-	-	-	-	-	-	1,1243	10,87	0,4214
1,1445	11,9	0,4666	1,1469	10,87	0,4269	1,1243	11,36	0,4406
1,1367	14,29	0,5599	1,1390	11,63	0,4567	1,1243	12,2	0,4728
1,1289	15,15	0,5939	1,1311	12,2	0,479	1,1243	13,16	0,5101
1,1132	15,63	0,6124	1,1311	14,29	0,5611	1,1243	13,89	0,5385
1,1053	16,67	0,6533	1,1233	16,67	0,6546	1,1166	14,71	0,5701
1,0975	17,24	0,6758	1,1076	17,86	0,7014	1,1011	16,13	0,6253
1,0818	17,86	0,6999	1,0919	19,23	0,7553	1,0855	16,67	0,6462
1,0505	19,23	0,7538	1,0683	20,83	0,8182	1,0623	17,86	0,6923
1,0426	20,83	0,8166	1,0605	21,74	0,8538	1,0545	18,52	0,718
1,0348	21,74	0,8521	1,0526	22,73	0,8926	1,0468	20	0,7754
1,0269	23,81	0,9332	1,0369	23,81	0,9351	1,0313	21,74	0,8428

Tablo 4.202: $\theta=45^\circ$ için, $H=10\text{cm}$ derinliğinde sıcak su deşarjı jet merkez eksenı boyunca düşey seyrelme değışimi (çarpma noktaları işaretlenmiştir).

y/dF (A)	S (A)	S/F (A)	y/dF (B)	S (B)	S/F (B)	y/dF (C)	S (C)	S/F (C)
0,0162	1,71	0,0693	0,0162	1,77	0,072	0,0155	1,45	0,056
0,3247	4,85	0,197	0,3247	5	0,2029	0,3090	4,76	0,1839
0,8036	6,85	0,278	0,8036	6,58	0,267	0,5408	6,94	0,2682
0,7873	7,35	0,2984	0,7873	7,25	0,2941	0,7571	7,25	0,2799
0,7792	7,69	0,3122	0,7873	8,33	0,3382	0,7416	8,33	0,3219
0,7711	8,62	0,3499	0,7792	8,62	0,3499	0,7416	9,26	0,3576
0,7711	10,2	0,4141	0,7792	10	0,4058	0,7339	11,11	0,4292
0,7630	10,64	0,4318	0,7711	11,11	0,4509	0,7339	11,36	0,4389
0,7549	11,11	0,4509	0,7630	11,36	0,4612	0,7262	11,9	0,4598
0,7468	11,36	0,4612	0,7549	11,9	0,4832	0,7184	12,2	0,471
0,7386	11,9	0,4832	0,7468	12,2	0,4949	0,7107	12,5	0,4828
0,7305	12,5	0,5073	0,7386	12,5	0,5073	0,7030	13,16	0,5082
0,7143	12,82	0,5203	0,7224	13,16	0,534	0,6953	13,89	0,5365
0,7062	13,51	0,5484	0,7143	15,63	0,6341	0,6721	14,71	0,568
0,6981	14,29	0,5798	0,7062	16,13	0,6546	0,6566	15,63	0,6035
0,6899	15,63	0,6341	0,6981	16,67	0,6764	0,6489	16,13	0,623

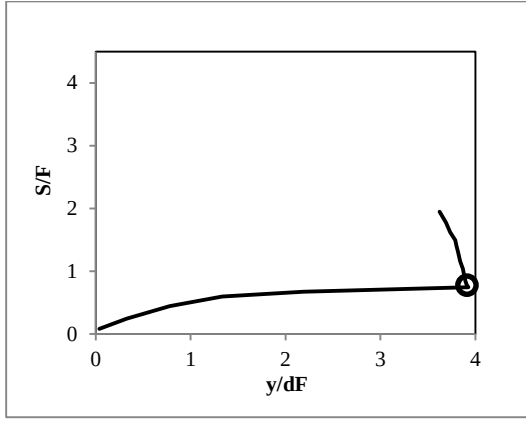
Tablo 4.203: $\theta=45^\circ$ için, $H=5\text{cm}$ derinliğinde sıcak su deşarjı jet merkez eksenı boyunca düşey seyrelme değışimi (çarpma noktaları işaretlenmiştir).

y/dF (A)	S (A)	S/F (A)	y/dF (B)	S (B)	S/F (B)	y/dF (C)	S (C)	S/F (C)
0,0314	1,84	0,0721	0,0312	1,47	0,0572	0,0155	1,52	0,0586
-	-	-	0,3820	4,42	0,1725	-	-	-
0,1568	3,29	0,1289	0,3665	4,76	0,1856	0,1238	3,65	0,1412
0,3841	4,35	0,1704	-	-	-	0,3715	4,03	0,156
0,3528	6,1	0,239	0,3509	5,56	0,2166	0,3638	5,81	0,225
0,3528	7,46	0,2925	0,3509	6,17	0,2406	0,3638	6,94	0,2687
0,3449	8,06	0,3161	0,3431	6,58	0,2565	0,3560	7,14	0,2764
0,3449	8,2	0,3213	0,3431	6,85	0,267	0,3560	7,35	0,2845
0,3371	8,33	0,3266	0,3353	7,04	0,2745	0,3483	7,58	0,2932
0,3371	8,47	0,3322	0,3353	7,14	0,2785	0,3483	7,69	0,2977
0,3292	8,77	0,3438	0,3275	7,25	0,2825	0,3405	7,81	0,3023
0,3214	9,09	0,3563	0,3197	7,69	0,2999	0,3405	8,62	0,3336
0,3136	9,43	0,3698	0,3197	8,47	0,3304	0,3251	8,77	0,3395
0,3057	9,8	0,3843	0,3119	9,09	0,3544	0,3173	9,09	0,3518
0,2979	10	0,392	0,2963	9,43	0,3678	0,3018	9,62	0,3721
0,2822	10,64	0,417	0,2885	10,2	0,3978	0,2941	10	0,387

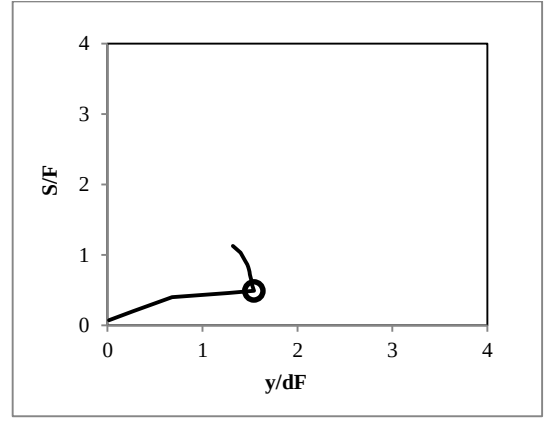
4.4.2.8. $\theta=45^\circ$ için Sıcak Su Deşarjında Jet Merkez eksenı Boyunca Ortalama Düşey

Seyrelme Değişimi

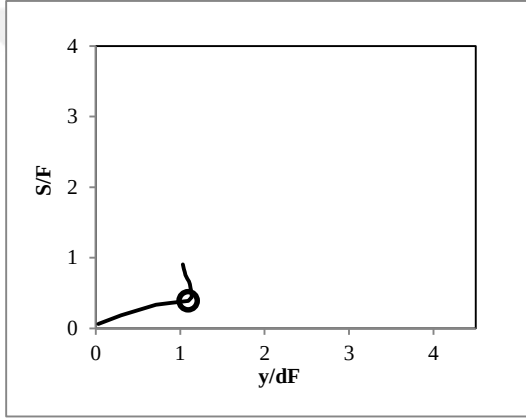
Gerçekleştiren sıcak su deşarjları deliğın açısı $\theta=45^\circ$ için y/dF düşey uzaklığına, H değerlerine bağılı olarak jet merkezlerindeki ortalama düşey seyrelme değışimleri Şekil 4.48’de görülmektedir. Düşey seyrelme değışimlerinin veri setleri Tablo 4.204 ila 4.208’de sayısal olarak verilmiştir. Şekil 4.48’den de görüleceğı üzere, derinliğin sığlaşması ile birlikte, çarpma noktası öncesinde derinlik azaldıkça jet merkez eksenindeki düşey seyrelme değeri de en serbest hale ($H=50\text{cm}$) göre ve daha derindeki deneysel sonuçlara göre daha küçük değeri almaktadırlar. Sığlaşmanın sadece çarpma noktasında değıl çarpma öncesi jet içi seyreilmeyi küçük değeri doğru kaydırđığı belirlenmiştir.



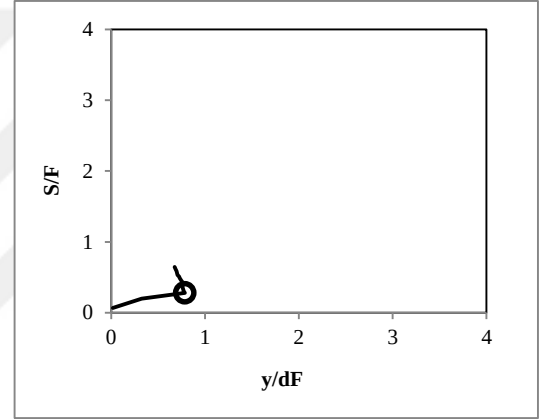
a. H=50cm



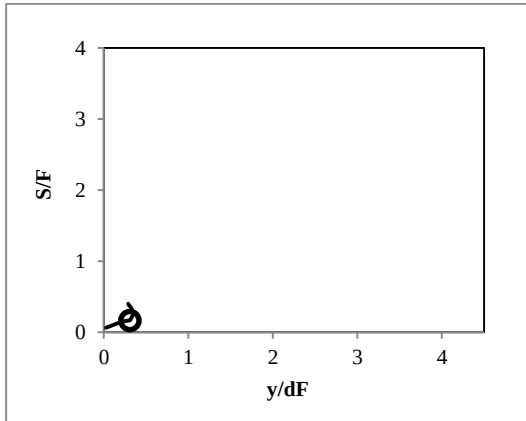
b. H=20cm



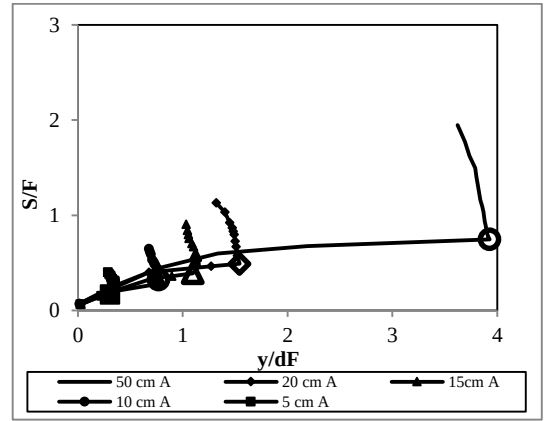
c. H=15cm



d. H=10cm



e. H=5cm



f. H değerlerine göre karşılaştırma

Şekil 4.48: $\theta=45^\circ$ için azalan H değerine bağlı olarak sıcak su deşarjı jet merkez eksenı boyunca ortalama düşey seyrelme değışimleri (çarpma noktaları işaretlenmiştir).

Tablo 4.204: $\theta=45^\circ$ için, H=50cm derinliğinde sıcak su deşarjı jet merkez eksenı boyunca ortalama ortalama düşey seyrelme değışimleri (çarpma noktaları işaretlenmiştir).

y/dF (A)	y/dF (B)	y/dF (C)	y/dF (Ort)	S/F (A)	S/F (B)	S/F (C)	S/F (Ort)
0,0406	0,0414	0,0272	0,0364	0,0894	0,0798	0,0811	0,0834
0,3247	0,3144	0,3455	0,3282	0,2475	0,2631	0,2312	0,2472
0,7305	0,8192	0,7901	0,7799	0,4719	0,4031	0,4623	0,4458
1,2987	1,3528	1,3519	1,3345	0,6341	0,5567	0,6001	0,5970
2,1916	2,1546	2,2180	2,1881	0,6546	0,6695	0,6987	0,6743
4,0504	3,8989	3,8316	3,9270	0,6997	0,7819	0,7585	0,7467
4,0260	3,8707	3,8343	3,9104	0,7247	0,8252	0,7898	0,7799
4,0098	3,8707	3,8070	3,8958	0,7516	0,8706	0,8882	0,8368
4,0017	3,8690	3,7989	3,8898	0,7805	0,9470	0,9337	0,8871
3,9935	3,8629	3,7907	3,8824	0,8117	0,9966	0,9842	0,9308
3,9854	3,8606	3,7826	3,8762	0,8455	1,0516	1,0403	0,9791
3,9773	3,8525	3,7745	3,8681	0,8823	1,1131	1,1033	1,0329
3,9611	3,8389	3,7664	3,8554	0,9224	1,1822	1,1743	1,0930
3,9367	3,8205	3,7583	3,8385	0,9663	1,2605	1,2551	1,1606
3,8961	3,7994	3,7502	3,8152	1,2683	1,3499	1,3478	1,3220
3,8880	3,7746	3,7450	3,8025	1,3528	1,4289	1,4148	1,3988
3,8718	3,7645	3,7335	3,7899	1,4495	1,5290	1,5070	1,4951
3,7744	3,7270	3,7052	3,7355	1,5610	1,6627	1,6432	1,6223
3,7581	3,6666	3,6511	3,6919	1,6910	1,8221	1,8065	1,7732
3,7257	3,6260	3,5131	3,6216	1,8448	2,0065	1,9910	1,9474

Tablo 4.205: $\theta=45^\circ$ için, H=20cm derinliğinde sıcak su deşarjı jet merkez eksenı boyunca ortalama ortalama düşey seyrelme değışimleri (çarpma noktaları işaretlenmiştir).

y/dF (A)	y/dF (B)	y/dF (C)	y/dF (Ort)	S/F (A)	S/F (B)	S/F (C)	S/F (Ort)
0,0078	-0,0001	0,0396	0,0158	0,0891	0,0631	0,0640	0,0720
0,2509	0,2586	0,2915	0,2670	0,2000	0,1980	0,2026	0,2002
0,6820	0,6661	0,6857	0,6779	0,4083	0,3630	0,4294	0,4002
1,1759	1,1362	1,5036	1,2719	0,4558	0,4458	0,4854	0,4623
1,5600	1,5615	1,5036	1,5417	0,4900	0,4822	0,4994	0,4905
1,5287	1,5317	1,5030	1,5211	0,6124	0,5603	0,5555	0,5761
1,5208	1,5314	1,4952	1,5158	0,6758	0,6131	0,6235	0,6375
1,5130	1,5236	1,4881	1,5082	0,7259	0,6331	0,6448	0,6679
1,5051	1,5080	1,4872	1,5001	0,7538	0,7536	0,6675	0,7250
1,5051	1,5001	1,4826	1,4960	0,7839	0,8172	0,6811	0,7607
1,4973	1,4923	1,4800	1,4899	0,8166	0,8531	0,7153	0,7950
1,4895	1,4843	1,4723	1,4820	0,8521	0,8921	0,7429	0,8290
1,4738	1,4765	1,4629	1,4711	0,8908	0,9346	0,7755	0,8670
1,4503	1,4609	1,4309	1,4474	0,9332	0,9812	0,8486	0,9210
1,3954	1,4219	1,3856	1,4009	1,0315	1,0896	0,9745	1,0319
1,3327	1,3439	1,2836	1,3201	1,1528	1,1541	1,0834	1,1301

Tablo 4.206: $\theta=45^\circ$ için, $H=15\text{cm}$ derinliğinde sıcak su deşarjı jet merkez eksenı boyunca ortalama ortalama düşey seyrelme değışimleri (çarpma noktaları işaretlenmiştir).

y/dF (A)	y/dF (B)	y/dF (C)	y/dF (Ort)	S/F (A)	S/F (B)	S/F (C)	S/F (Ort)
0,0392	0,0313	0,0163	0,0289	0,0693	0,0627	0,0598	0,0639
0,3136	0,2978	0,2916	0,3010	0,1815	0,1832	0,1973	0,1873
0,7055	0,7053	0,7253	0,7121	0,3322	0,3439	0,3310	0,3357
0,9094	0,9374	0,8351	0,8939	0,3698	0,3568	0,3533	0,3600
1,1602	1,1672	0,9592	1,0955	0,4000	0,3974	0,3758	0,3911
1,1445	1,1471	1,1243	1,1386	0,4666	0,4266	0,4416	0,4450
1,1367	1,1391	1,1243	1,1334	0,5599	0,4565	0,4744	0,4969
1,1289	1,1312	1,1243	1,1281	0,5939	0,4787	0,5117	0,5281
1,1132	1,1311	1,1238	1,1227	0,6124	0,5601	0,5406	0,5710
1,1053	1,1234	1,1154	1,1147	0,6533	0,6533	0,5744	0,6270
1,0975	1,1076	1,1007	1,1020	0,6758	0,7011	0,6258	0,6676
1,0818	1,0920	1,0848	1,0862	0,6999	0,7550	0,6477	0,7009
1,0505	1,0685	1,0619	1,0603	0,7538	0,8177	0,6934	0,7550
1,0426	1,0605	1,0541	1,0524	0,8166	0,8535	0,7211	0,7971
1,0348	1,0527	1,0458	1,0444	0,8521	0,8922	0,7798	0,8414
1,0269	1,0371	1,0301	1,0314	0,9332	0,9345	0,8480	0,9053

Tablo 4.207: $\theta=45^\circ$ için, $H=10\text{cm}$ derinliğinde sıcak su deşarjı jet merkez eksenı boyunca ortalama ortalama düşey seyrelme değışimleri (çarpma noktaları işaretlenmiştir).

y/dF (A)	y/dF (B)	y/dF (C)	y/dF (Ort)	S/F (A)	S/F (B)	S/F (C)	S/F (Ort)
0,0162	0,0162	0,0192	0,0172	0,0693	0,0720	0,0576	0,0663
0,3247	0,3247	0,3286	0,3260	0,1970	0,2029	0,1911	0,1970
0,8036	0,7938	0,7565	0,7846	0,2780	0,2833	0,2814	0,2809
0,7873	0,7873	0,7500	0,7749	0,2984	0,2941	0,2991	0,2972
0,7792	0,7873	0,7416	0,7694	0,3122	0,3382	0,3255	0,3253
0,7711	0,7792	0,7404	0,7636	0,3499	0,3499	0,3685	0,3561
0,7711	0,7792	0,7339	0,7614	0,4141	0,4058	0,4311	0,4170
0,7630	0,7711	0,7319	0,7553	0,4318	0,4509	0,4442	0,4423
0,7549	0,7630	0,7238	0,7472	0,4509	0,4612	0,4453	0,4525
0,7468	0,7549	0,7157	0,7391	0,4612	0,4832	0,4752	0,4732
0,7386	0,7468	0,7099	0,7318	0,4832	0,4949	0,4854	0,4878
0,7305	0,7386	0,7018	0,7237	0,5073	0,5073	0,5125	0,5090
0,7143	0,7224	0,6905	0,7091	0,5203	0,5340	0,5429	0,5324
0,7062	0,7143	0,6682	0,6962	0,5484	0,6341	0,5770	0,5865
0,6981	0,7062	0,6543	0,6862	0,5798	0,6546	0,6094	0,6146
0,6899	0,6981	0,6462	0,6781	0,6341	0,6764	0,6299	0,6468

Tablo 4.208: $\theta=45^\circ$ için, $H=5\text{cm}$ derinliğinde sıcak su deşarjı jet merkez eksenı boyunca ortalama ortalama düşey seyrelme değışimleri (çarpma noktaları işaretlenmiştir).

y/dF (A)	y/dF (B)	y/dF (C)	y/dF (Ort)	S/F (A)	S/F (B)	S/F (C)	S/F (Ort)
0,0314	0,0317	0,0158	0,0263	0,0721	0,0573	0,0589	0,0628
0,1568	0,3664	0,1438	0,2223	0,1289	0,1858	0,1424	0,1524
0,3841	0,3661	0,1751	0,3084	0,1704	0,1864	0,1443	0,1670
0,3528	0,3509	0,3638	0,3558	0,2390	0,3509	0,2261	0,2720
0,3528	0,3507	0,3635	0,3557	0,2925	0,2409	0,2690	0,2675
0,3449	0,3431	0,3560	0,3480	0,3161	0,2567	0,2768	0,2832
0,3449	0,3428	0,3555	0,3478	0,3213	0,2672	0,2851	0,2912
0,3371	0,3353	0,3483	0,3402	0,3266	0,2747	0,2935	0,2983
0,3371	0,3350	0,3476	0,3399	0,3322	0,2786	0,2981	0,3030
0,3292	0,3274	0,3405	0,3324	0,3438	0,2827	0,3031	0,3099
0,3214	0,3197	0,3399	0,3270	0,3563	0,3004	0,3338	0,3302
0,3136	0,3195	0,3247	0,3192	0,3698	0,3309	0,3401	0,3469
0,3057	0,3114	0,3163	0,3112	0,3843	0,3548	0,3531	0,3640
0,2979	0,2960	0,3012	0,2984	0,3920	0,3688	0,3732	0,3780
0,2822	0,2882	0,2934	0,2879	0,4170	0,3989	0,3883	0,4014

4.5. $\theta=60^\circ$ İLE SICAK SU DEŞARJI

Deşarj deliğinin yukarı yönlendirilmiş yaptığı açısı, $\theta=60^\circ$ 'de başlangıç sıcaklık farkı $\Delta T_0=5^\circ\text{C}$ ile gerçekleştiren deneylerin özeti Tablo 4.209'da verilmiştir. $\theta=60^\circ$ için mevcut deney şartlarında laminar akım rejimini oluşturmuştur.

Tablo 4.209: $\theta=60^\circ$ ile gerçekleştiren sıcak su deşarjı deneyleri özeti.

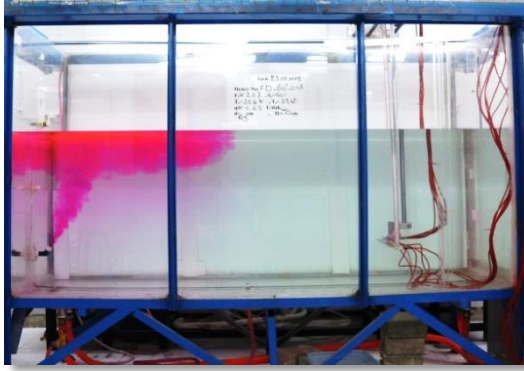
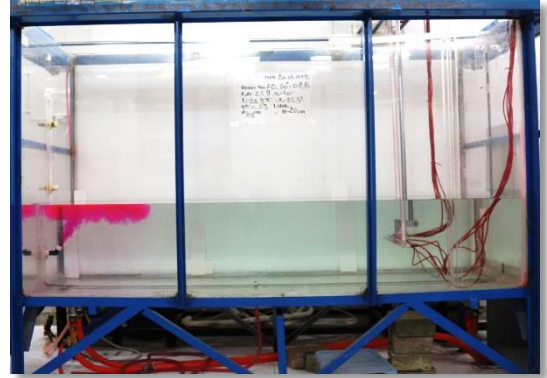
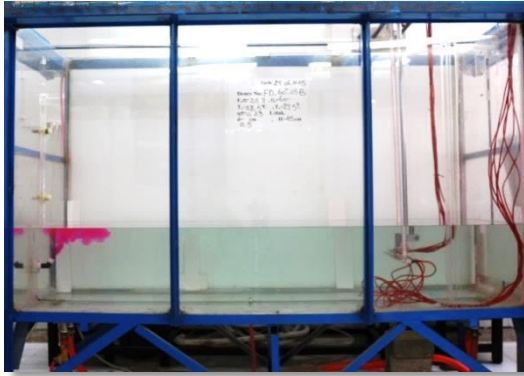
Deney No	T_0 [°C]	T_a [°C]	d [cm]	H [cm]	F	ρ_a [kg/m ³]	ρ_0 [kg/m ³]	q [mL/dak]	u_0 [m/s]	Re	Akım Rejimi
FD-60-01-A	28,4	23,4	0,5	50	25,84	997,757	996,493	240	0,2037	1269	L
FD-60-01-B	28,4	23,4	0,5	50	25,84	997,757	996,493	240	0,2037	1269	L
FD-60-01-C	28,5	23,5	0,5	50	25,79	997,733	996,464	240	0,2037	1269	L
FD-60-02-A	28,3	23,3	0,5	20	25,89	997,781	996,522	240	0,2037	1269	L
FD-60-02-B	28,3	23,3	0,5	20	25,89	997,781	996,522	240	0,2037	1269	L
FD-60-02-C	28,3	23,3	0,5	20	25,89	997,781	996,522	240	0,2037	1269	L
FD-60-03-A	28,3	23,3	0,5	15	25,89	997,781	996,522	240	0,2037	1269	L
FD-60-03-B	28,5	23,5	0,5	15	25,79	997,733	996,464	240	0,2037	1269	L
FD-60-03-C	28,4	23,4	0,5	15	25,84	997,757	996,493	240	0,2037	1269	L
FD-60-04-A	28,4	23,4	0,5	10	25,84	997,757	996,493	240	0,2037	1269	L
FD-60-04-B	28,6	23,6	0,5	10	25,75	997,708	996,435	240	0,2037	1269	L
FD-60-04-C	28,5	23,5	0,5	10	25,79	997,733	996,464	240	0,2037	1269	L
FD-60-05-A	28,4	23,4	0,5	5	25,84	997,757	996,493	240	0,2037	1269	L
FD-60-05-B	28,6	23,6	0,5	5	25,75	997,708	996,435	240	0,2037	1269	L
FD-60-05-C	28,6	23,6	0,5	5	25,75	997,708	996,435	240	0,2037	1269	L

*L: Laminer, T: Türbülanslı.

4.5.1. Jet dış geometrisi

$\theta=60^\circ$ için gerçekleştirilen sıcak su deşarjı deneyleri sırasında Şekil 4.49’da görüldüğü gibi, pozitif yüzen jetler oluştu. Her bir deneyde, çarpma noktasından sonra yoğunluk tabakası oluştu. Tüm deneylerde, jetin alt yüzeyi serbest kaldı, jet ile taban arasında Coanda etkisi oluşmadığından, jetin tabanla birleşmesi gerçekleşmedi. H/dF değeri küçüldükçe, jetin su yüzeyine çarpması daha erken gerçekleşti. Tablo 4.210 ve Şekil 4.50’de görüldüğü üzere, H/dF değeri küçüldükçe x_i/dF değerleri de küçüldü.

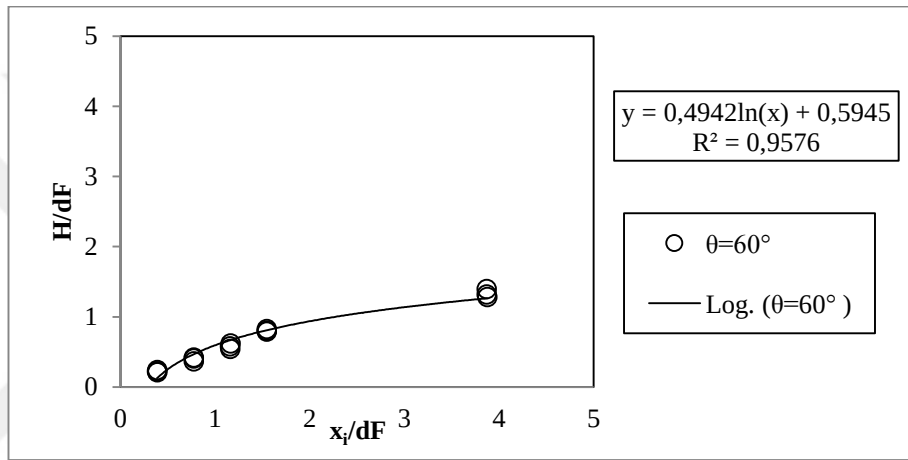


a. $H=50\text{cm}$ b. $H=20\text{cm}$ c. $H=15\text{cm}$ d. $H=10\text{cm}$ e. $H=5\text{cm}$

Şekil 4.49: $\theta=60^\circ$ için azalan H değerlerine göre sıcak su deşarjı jetlerinin boyuna dağılımları.

Tablo 4.210: $\theta=60^\circ$ için jetin su yüzeyine çarpma noktasının yatay uzaklık değerlerinin (x_i/dF), derinlik (H/dF) değerlerine bağlı değişimleri.

Deney No	H/dF	x_i/dF	Deney No	H/dF	x_i/dF
FD-45-01-A	0,3870	0,2244	FD-45-03-C	1,1631	0,6203
FD-45-01-B	0,3884	0,2408	FD-45-04-A	1,5450	0,8034
FD-45-01-C	0,3884	0,2097	FD-45-04-B	1,5450	0,7880
FD-45-02-A	0,7739	0,3638	FD-45-04-C	1,5450	0,8266
FD-45-02-B	0,7754	0,4187	FD-45-05-A	3,8697	1,3931
FD-45-02-C	0,7768	0,4039	FD-45-05-B	3,8697	1,3157
FD-45-03-A	1,1588	0,5794	FD-45-05-C	3,8769	1,2794
FD-45-03-B	1,1609	0,5418	-	-	-



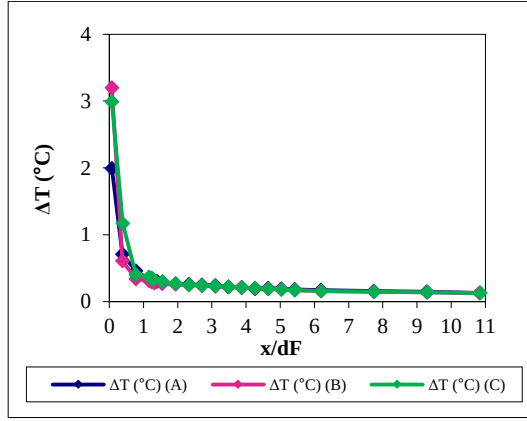
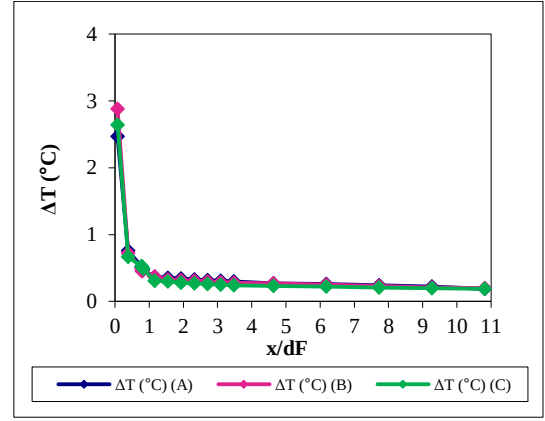
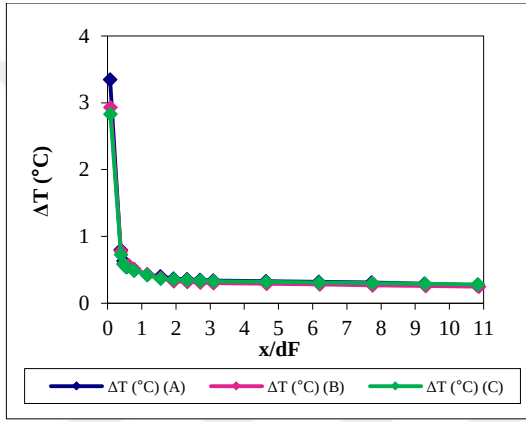
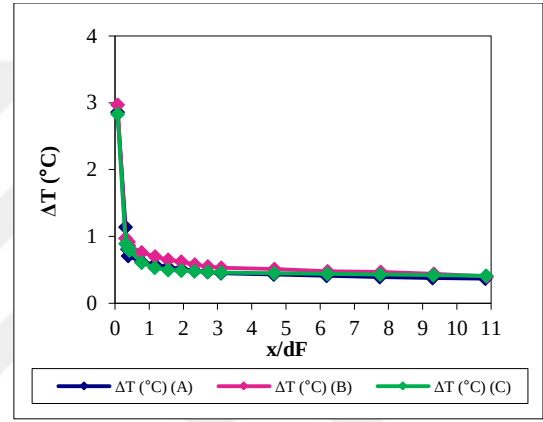
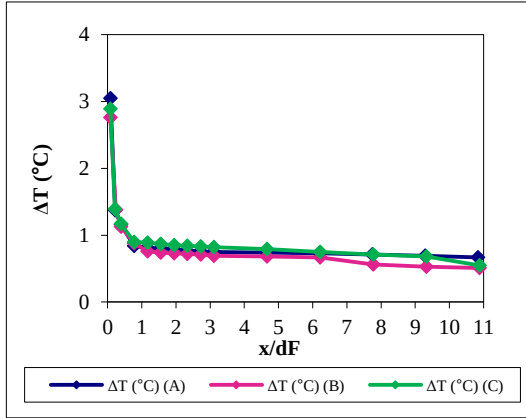
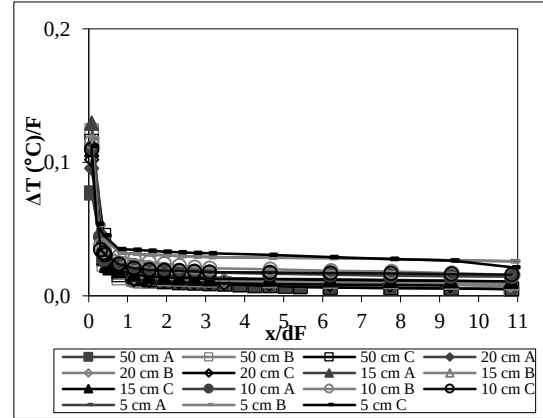
Şekil 4.50: $\theta=60^\circ$ için jetin su yüzeyine çarpma noktasının yatay uzaklık değerlerinin (x_i/dF), derinlik (H/dF) değerlerine bağlı değişimi.

4.5.2. Jet iç geometrisi ve Boyuna Sıcaklık Dağılımları

4.5.2.1. $\theta=60^\circ$ için Sıcak Su Deşarjında Jet Merkez Eksenlerinin Konumları ve

Boyuna Sıcaklık Dağılımları

Gerçekleştirilen sıcak su deşarj deneyleri sırasında jet merkez eksenine içerisinde sıcaklık sensörleri konumlandırılması ile elde edilmiş olan jetlerinin merkez eksenine boyuna sıcaklık dağılımları Şekil 4.51’de verilmiştir. Şekil 4.51’den de görüleceği üzere, tüm deneylerde sıcaklık farklarının x/dF eksenindeki değişimleri hızlı bir azalma şeklinde gerçekleşmiştir. Elde edilmiş jetlerinin merkez eksenine boyuna sıcaklık dağılımları aynı zamanda Tablo 4.211 ila Tablo 4.215’te sayısal olarak verilmiştir.

a. $H=50\text{cm}$ b. $H=20\text{cm}$ c. $H=15\text{cm}$ d. $H=10\text{cm}$ e. $H=5\text{cm}$ f. H değerlerine göre karşılaştırma

Şekil 4.51: $\theta=60^\circ$ için azalan H değerlerine göre sıcak su deşarjı jetlerinin merkez eksenleri boyunca yerel sıcaklık farkı dağılımları.

Tablo 4.211: $\theta=60^\circ$ için, H=50cm derinliğinde sıcak su deşarjı jet merkez eksenleri boyuna yerel sıcaklık farkı dağılımları (çarpma noktaları işaretlenmiştir).

x [cm] (A)	x [cm] (B)	x [cm] (C)	x/dF (A)	x/dF (B)	x/dF (C)	ΔT [°C] (A)	ΔT [°C] (B)	ΔT [°C] (C)	$\Delta T/F$ [°C] (A)	$\Delta T/F$ [°C] (B)	$\Delta T/F$ [°C] (C)
1	1	1	0,0774	0,0774	0,0775	1,99	3,2	2,99	0,0770	0,1238	0,1159
5	5	5	0,3870	0,3870	0,3877	0,71	0,61	1,17	0,0275	0,0236	0,0454
10	10	10	0,7739	0,7739	0,7754	0,46	0,34	0,4	0,0178	0,0132	0,0155
15	15	15	1,1609	1,1609	1,1631	0,33	0,31	0,37	0,0128	0,0120	0,0143
16	16	16	1,2383	1,2383	1,2406	0,31	0,29	0,35	0,0120	0,0112	0,0136
18	17	16,5	1,3931	1,3157	1,2794	0,30	0,28	0,33	0,0116	0,0108	0,0128
20	20	20	1,5479	1,5479	1,5508	0,28	0,27	0,3	0,0108	0,0104	0,0116
25	25	25	1,9349	1,9349	1,9385	0,27	0,26	0,27	0,0104	0,0101	0,0105
30	30	30	2,3218	2,3218	2,3262	0,26	0,25	0,25	0,0101	0,0097	0,0097
35	35	35	2,7088	2,7088	2,7139	0,25	0,24	0,24	0,0097	0,0093	0,0093
40	40	40	3,0958	3,0958	3,1016	0,24	0,23	0,23	0,0093	0,0089	0,0089
45	45	45	3,4828	3,4828	3,4893	0,22	0,22	0,22	0,0085	0,0085	0,0085
50	50	50	3,8697	3,8697	3,8769	0,21	0,21	0,21	0,0081	0,0081	0,0081
55	55	55	4,2567	4,2567	4,2646	0,19	0,2	0,2	0,0074	0,0077	0,0078
60	60	60	4,6437	4,6437	4,6523	0,20	0,19	0,19	0,0077	0,0074	0,0074
65	65	65	5,0307	5,0307	5,0400	0,19	0,18	0,18	0,0074	0,0070	0,0070
70	70	70	5,4176	5,4176	5,4277	0,18	0,17	0,17	0,0070	0,0066	0,0066
80	80	80	6,1916	6,1916	6,2031	0,17	0,16	0,16	0,0066	0,0062	0,0062
100	100	100	7,7395	7,7395	7,7539	0,16	0,15	0,15	0,0062	0,0058	0,0058
120	120	120	9,2874	9,2874	9,3047	0,15	0,14	0,14	0,0058	0,0054	0,0054
140	140	140	10,8353	10,8353	10,8555	0,13	0,13	0,13	0,0050	0,0050	0,0050

Tablo 4.212: $\theta=60^\circ$ için, H=20cm derinliğinde sıcak su deşarjı jet merkez eksenleri boyuna yerel sıcaklık farkı dağılımları (çarpma noktaları işaretlenmiştir).

x [cm] (A)	x [cm] (B)	x [cm] (C)	x/dF (A)	x/dF (B)	x/dF (C)	ΔT [°C] (A)	ΔT [°C] (B)	ΔT [°C] (C)	$\Delta T/F$ [°C] (A)	$\Delta T/F$ [°C] (B)	$\Delta T/F$ [°C] (C)
1	1	1	0,0773	0,0773	0,0773	2,47	2,88	2,64	0,0954	0,1112	0,1020
5	5	5	0,3863	0,3863	0,3863	0,76	0,72	0,67	0,0294	0,0278	0,0259
10	10	10	0,7725	0,7725	0,7725	0,52	0,49	0,53	0,0201	0,0189	0,0205
10,4	10,2	10,7	0,8034	0,7880	0,8266	0,46	0,45	0,49	0,0178	0,0174	0,0189
15	15	15	1,1588	1,1588	1,1588	0,37	0,37	0,31	0,0143	0,0143	0,0120
20	20	20	1,5450	1,5450	1,5450	0,35	0,33	0,3	0,0135	0,0127	0,0116
25	25	25	1,9313	1,9313	1,9313	0,34	0,32	0,28	0,0131	0,0124	0,0108
30	30	30	2,3175	2,3175	2,3175	0,33	0,31	0,27	0,0127	0,0120	0,0104
35	35	35	2,7038	2,7038	2,7038	0,32	0,3	0,26	0,0124	0,0116	0,0100
40	40	40	3,0900	3,0900	3,0900	0,31	0,29	0,25	0,0120	0,0112	0,0097
45	45	45	3,4763	3,4763	3,4763	0,30	0,28	0,24	0,0116	0,0108	0,0093
60	60	60	4,6350	4,6350	4,6350	0,27	0,27	0,23	0,0104	0,0104	0,0089
80	80	80	6,1800	6,1800	6,1800	0,26	0,25	0,22	0,0100	0,0097	0,0085
100	100	100	7,7250	7,7250	7,7250	0,24	0,23	0,21	0,0093	0,0089	0,0081
120	120	120	9,2700	9,2700	9,2700	0,22	0,21	0,2	0,0085	0,0081	0,0077
140	140	140	10,8150	10,8150	10,8150	0,19	0,2	0,19	0,0073	0,0077	0,0073

Tablo 4.213: $\theta=60^\circ$ için, H=15cm derinliğinde sıcak su deşarjı jet merkez eksenleri boyuna yerel sıcaklık farkı dağılımları (çarpma noktaları işaretlenmiştir).

x [cm] (A)	x [cm] (B)	x [cm] (C)	x/dF (A)	x/dF (B)	x/dF (C)	ΔT [°C] (A)	ΔT [°C] (B)	ΔT [°C] (C)	$\Delta T/F$ [°C] (A)	$\Delta T/F$ [°C] (B)	$\Delta T/F$ [°C] (C)
1	1	1	0,0773	0,0775	0,0774	3,35	2,93	2,83	0,1294	0,1136	0,1095
5	5	5	0,3863	0,3877	0,3870	0,80	0,78	0,73	0,0309	0,0302	0,0282
6	6	6	0,4635	0,4652	0,4644	0,63	0,59	0,59	0,0243	0,0229	0,0228
7,5	8	7	0,5794	0,6203	0,5418	0,55	0,57	0,54	0,0212	0,0221	0,0209
10	10	10	0,7725	0,7754	0,7739	0,50	0,51	0,49	0,0193	0,0198	0,0190
15	15	15	1,1588	1,1631	1,1609	0,43	0,43	0,42	0,0166	0,0167	0,0163
20	20	20	1,5450	1,5508	1,5479	0,40	0,38	0,37	0,0155	0,0147	0,0143
25	25	25	1,9313	1,9385	1,9349	0,37	0,33	0,36	0,0143	0,0128	0,0139
30	30	30	2,3175	2,3262	2,3218	0,36	0,32	0,35	0,0139	0,0124	0,0135
35	35	35	2,7038	2,7139	2,7088	0,35	0,31	0,34	0,0135	0,0120	0,0132
40	40	40	3,0900	3,1016	3,0958	0,34	0,3	0,33	0,0131	0,0116	0,0128
60	60	60	4,6350	4,6523	4,6437	0,33	0,29	0,32	0,0127	0,0112	0,0124
80	80	80	6,1800	6,2031	6,1916	0,32	0,28	0,31	0,0124	0,0109	0,0120
100	100	100	7,7250	7,7539	7,7395	0,31	0,27	0,3	0,0120	0,0105	0,0116
120	120	120	9,2700	9,3047	9,2874	0,29	0,26	0,29	0,0112	0,0101	0,0112
140	140	140	10,8150	10,8555	10,8353	0,27	0,25	0,28	0,0104	0,0097	0,0108

Tablo 4.214: $\theta=60^\circ$ için, H=10cm derinliğinde sıcak su deşarjı jet merkez eksenleri boyuna yerel sıcaklık farkı dağılımları (çarpma noktaları işaretlenmiştir).

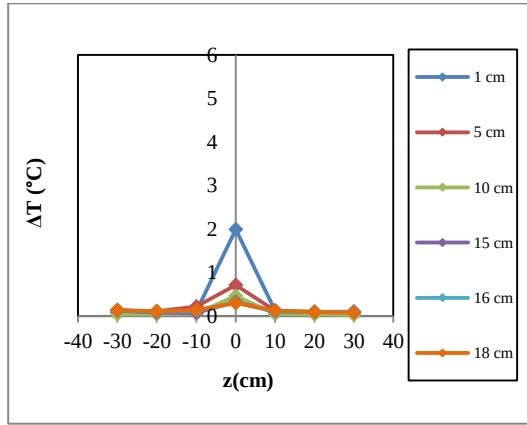
x [cm] (A)	x [cm] (B)	x [cm] (C)	x/dF (A)	x/dF (B)	x/dF (C)	ΔT [°C] (A)	ΔT [°C] (B)	ΔT [°C] (C)	$\Delta T/F$ [°C] (A)	$\Delta T/F$ [°C] (B)	$\Delta T/F$ [°C] (C)
1	1	1	0,0774	0,0777	0,0775	2,86	2,97	2,83	0,1107	0,1154	0,1097
4	4	4	0,3096	0,3107	0,3102	1,14	0,97	0,89	0,0441	0,0377	0,0345
4,7	-	-	0,3638	-	-	0,81	-	-	0,0313	-	-
5	5	5	0,3870	0,3884	0,3877	0,71	0,92	0,83	0,0275	0,0357	0,0322
-	5,2	5,4	-	0,4039	0,4187	-	0,86	0,79	-	0,0334	0,0306
10	10	10	0,7739	0,7768	0,7754	0,62	0,76	0,61	0,0240	0,0295	0,0236
15	15	15	1,1609	1,1652	1,1631	0,58	0,7	0,53	0,0224	0,0272	0,0205
20	20	20	1,5479	1,5537	1,5508	0,54	0,65	0,5	0,0209	0,0252	0,0194
25	25	25	1,9349	1,9421	1,9385	0,51	0,62	0,49	0,0197	0,0241	0,0190
30	30	30	2,3218	2,3305	2,3262	0,49	0,58	0,48	0,0190	0,0225	0,0186
35	35	35	2,7088	2,7189	2,7139	0,47	0,55	0,47	0,0182	0,0214	0,0182
40	40	40	3,0958	3,1073	3,1016	0,45	0,53	0,46	0,0174	0,0206	0,0178
60	60	60	4,6437	4,6610	4,6523	0,43	0,51	0,45	0,0166	0,0198	0,0174
80	80	80	6,1916	6,2146	6,2031	0,41	0,48	0,44	0,0159	0,0186	0,0171
100	100	100	7,7395	7,7683	7,7539	0,39	0,47	0,43	0,0151	0,0183	0,0167
120	120	120	9,2874	9,3219	9,3047	0,38	0,44	0,42	0,0147	0,0171	0,0163
140	140	140	10,8353	10,8756	10,8555	0,37	0,4	0,41	0,0143	0,0155	0,0159

Tablo 4.215: $\theta=60^\circ$ için, $H=5\text{cm}$ derinliğinde sıcak su deşarjı jet merkez eksenleri boyuna yerel sıcaklık farkı dağılımları (çarpma noktaları işaretlenmiştir).

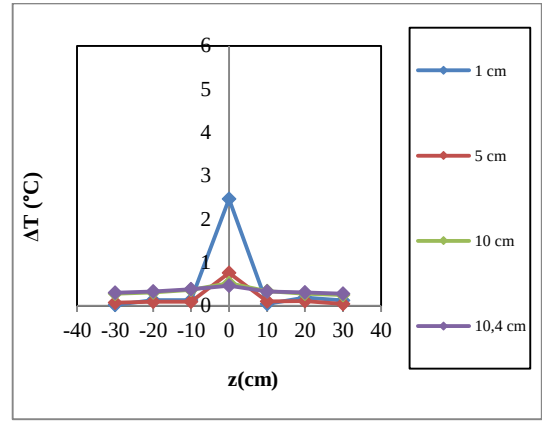
x [cm] (A)	x [cm] (B)	x [cm] (C)	x/dF (A)	x/dF (B)	x/dF (C)	ΔT [°C] (A)	ΔT [°C] (B)	ΔT [°C] (C)	$\Delta T/F$ [°C] (A)	$\Delta T/F$ [°C] (B)	$\Delta T/F$ [°C] (C)
1	1	1	0,0774	0,0777	0,0777	3,05	2,76	2,89	0,1180	0,1072	0,1123
2,9	3,1	2,7	0,2244	0,2408	0,2097	1,37	1,38	1,39	0,0530	0,0536	0,0540
5	5	5	0,3870	0,3884	0,3884	1,16	1,13	1,17	0,0449	0,0439	0,0454
10	10	10	0,7739	0,7768	0,7768	0,84	0,88	0,9	0,0325	0,0342	0,0350
15	15	15	1,1609	1,1652	1,1652	0,81	0,76	0,89	0,0313	0,0295	0,0346
20	20	20	1,5479	1,5537	1,5537	0,80	0,74	0,87	0,0310	0,0287	0,0338
25	25	25	1,9349	1,9421	1,9421	0,79	0,73	0,85	0,0306	0,0284	0,0330
30	30	30	2,3218	2,3305	2,3305	0,77	0,72	0,84	0,0298	0,0280	0,0326
35	35	35	2,7088	2,7189	2,7189	0,76	0,71	0,83	0,0294	0,0276	0,0322
40	40	40	3,0958	3,1073	3,1073	0,75	0,69	0,82	0,0290	0,0268	0,0318
60	60	60	4,6437	4,6610	4,6610	0,74	0,68	0,79	0,0286	0,0264	0,0307
80	80	80	6,1916	6,2146	6,2146	0,73	0,67	0,75	0,0282	0,0260	0,0291
100	100	100	7,7395	7,7683	7,7683	0,71	0,56	0,71	0,0275	0,0218	0,0276
120	120	120	9,2874	9,3219	9,3219	0,69	0,53	0,68	0,0267	0,0206	0,0264
140	140	140	10,8353	10,8756	10,8756	0,67	0,51	0,55	0,0259	0,0198	0,0214

4.5.2.2. $\theta=60^\circ$ için Sıcak Su Deşarjında Enkesit İçi Sıcaklık Dağılımları

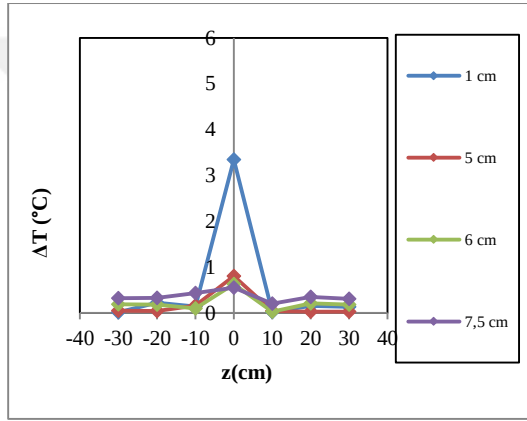
Gerçekleştirilen sıcak su deşarj deneyleri sırasında jet merkez eksenine içerisine sıcaklık sensörleri konumlandırılması ile elde edilmiş olan jetlerinin merkez eksenine boyuna enkesit içi sıcaklık dağılımları Şekil 4.52 ila 4.54'te verilmiştir, aynı zamanda Tablo 4.216'la Tablo 4.230'da sayısal olarak verilmiştir.



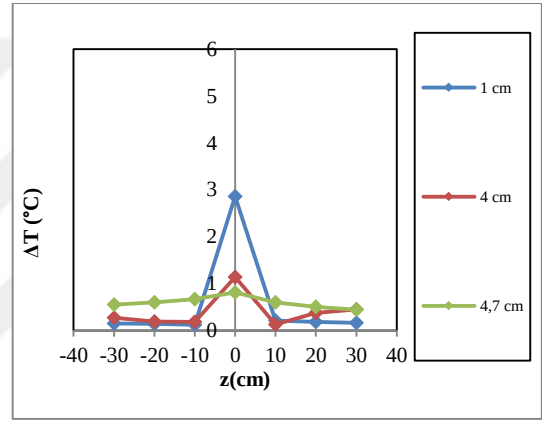
a. H=50cm



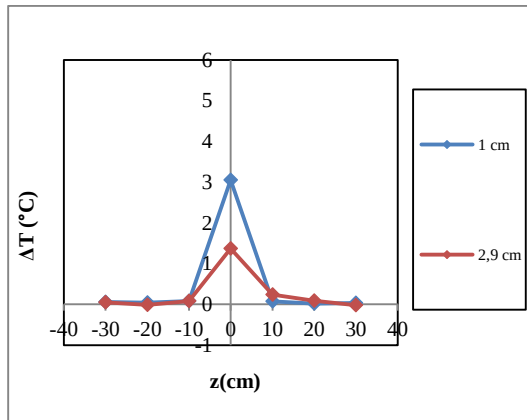
b. H=20cm



c. H=15cm

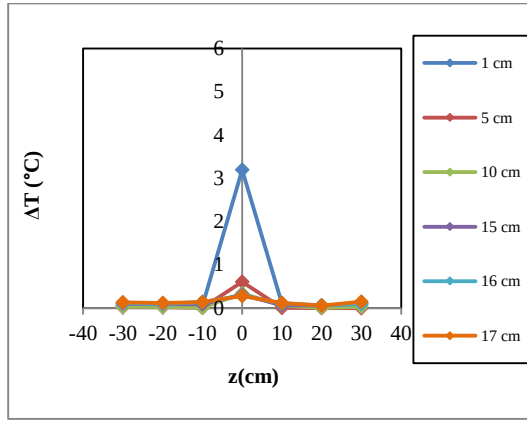


d. H=10cm

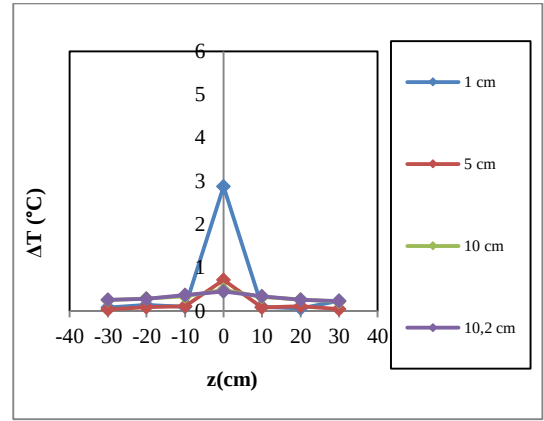


e. H=5cm

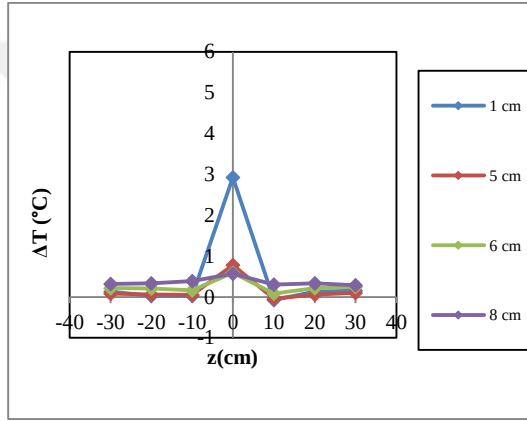
Şekil 4.52: $\theta=60^\circ$ için azalan H değerlerine göre sıcak su deşarjı jetlerinin merkez eksenlerinde enkesit içi sıcaklık dağılımları (Deney seri: A).



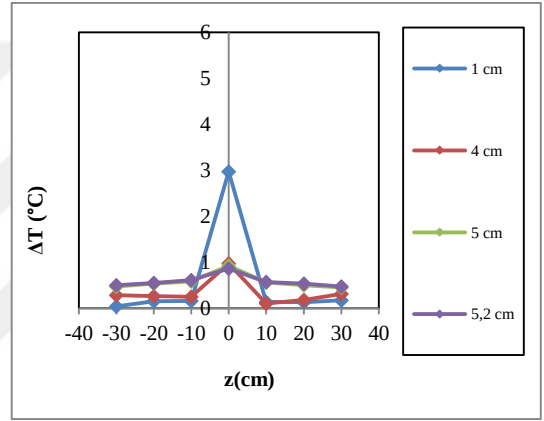
a. H=50cm



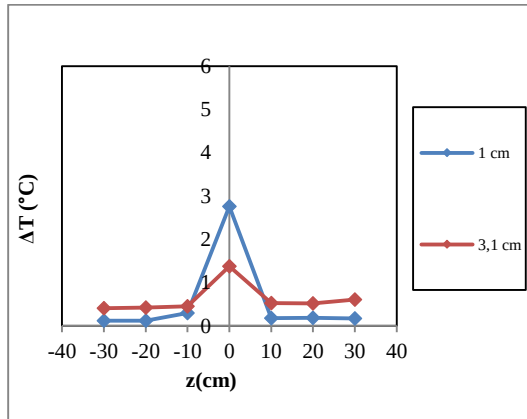
b. H=20cm



c. H=15cm

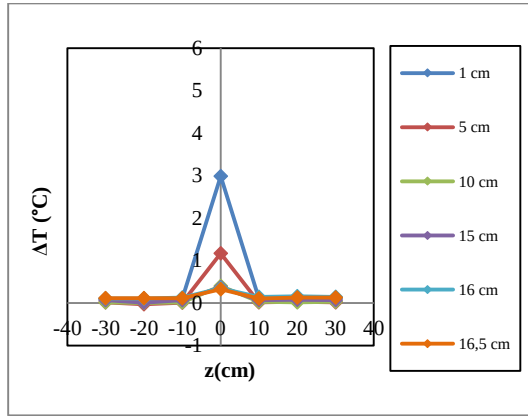


d. H=10cm

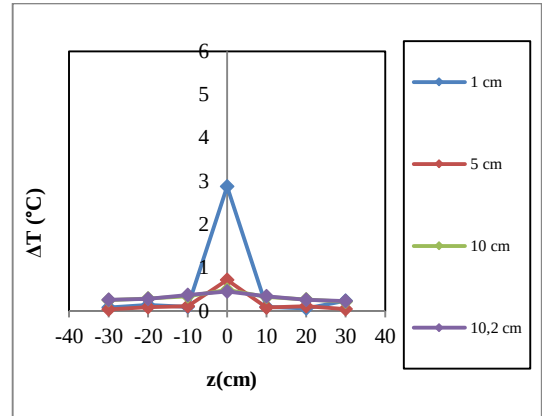


e. H=5cm

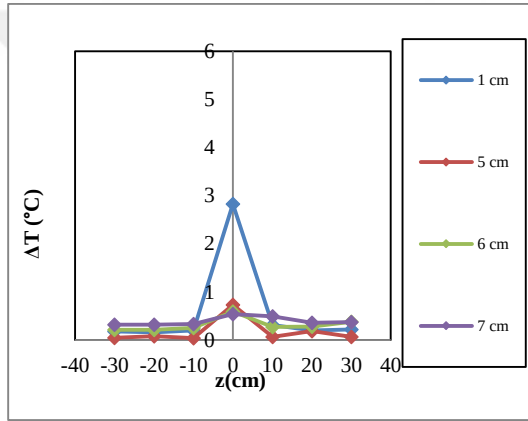
Şekil 4.53: $\theta=60^\circ$ için azalan H değerlerine göre sıcak su deşarjı jetlerinin merkez eksenlerinde enkesit içi sıcaklık dağılımları (Deney seri: B).



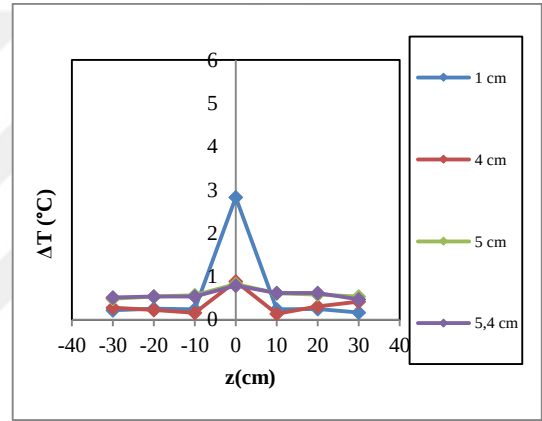
a. H=50cm



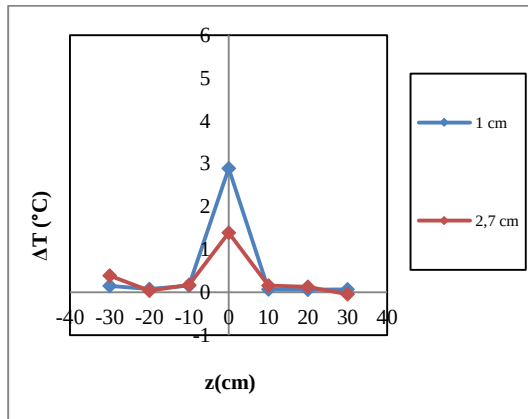
b. H=20cm



c. H=15cm



d. H=10cm



e. H=5cm

Şekil 4.54: $\theta=60^\circ$ için azalan H değerlerine göre sıcak su deşarjı jetlerinin merkez eksenlerinde enkesit içi sıcaklık dağılımları (Deney seri: C).

Tablo 4.216: $\theta=60^\circ$ için, H=50cm derinliğinde sıcak su deşarjı jet merkez eksenlerinde enkesit içi sıcaklık dağılımları (Deney seri: A) (çarpma noktası işaretlenmiştir).

x (cm)	y (cm)	ΔT (°C)						
		z (cm)						
		-30	-20	-10	0	10	20	30
1	0,5	0,12	0,07	0,11	1,99	0,12	0,09	0,08
5	8,5	0,08	0,11	0,22	0,71	0,12	0,07	0,09
10	20,5	0,04	0,04	0,06	0,46	0,05	0,04	0,03
15	38	0,12	0,08	0,07	0,33	0,10	0,09	0,10
16	42	0,14	0,10	0,12	0,31	0,10	0,10	0,09
18	49,9	0,14	0,11	0,14	0,30	0,12	0,09	0,08
20	49,6	0,09	0,05	0,12	0,28	0,12	0,10	0,09
25	49,5	0,10	0,09	0,13	0,27	0,11	0,09	0,10
30	49,5	0,13	0,10	0,12	0,26	0,11	0,08	0,09
35	49,4	0,12	0,09	0,11	0,25	0,10	0,07	0,08
40	49,3	0,12	0,09	0,11	0,24	0,09	0,07	0,09
45	49,3	0,13	0,09	0,12	0,22	0,10	0,08	0,09
50	49,3	0,14	0,10	0,12	0,21	0,12	0,10	0,13
55	49,2	0,13	0,11	0,12	0,19	0,11	0,10	0,11
60	49,2	0,13	0,09	0,11	0,20	0,10	0,07	0,10
65	49,1	0,13	0,10	0,11	0,19	0,10	0,08	0,08
70	49	0,14	0,10	0,10	0,18	0,10	0,08	0,08
80	48,7	0,14	0,09	0,09	0,17	0,09	0,07	0,09
100	48,5	0,13	0,09	0,09	0,16	0,08	0,07	0,09
120	47,8	0,13	0,09	0,08	0,15	0,08	0,06	0,09
140	47,1	0,12	0,07	0,08	0,13	0,07	0,05	0,08

Tablo 4.217: $\theta=60^\circ$ için, H=50cm derinliğinde sıcak su deşarjı jet merkez eksenlerinde enkesit içi sıcaklık dağılımları (Deney seri: B) (çarpma noktası işaretlenmiştir).

x (cm)	y (cm)	ΔT (°C)						
		z (cm)						
		-30	-20	-10	0	10	20	30
1	0,4	0,06	0,04	0,06	3,2	0,11	0,03	0,02
5	9	0,02	0,02	0,01	0,61	0,01	0	0
10	21,5	0,03	0,03	0,01	0,34	0,06	0,01	0,03
15	37	0,1	0,09	0,09	0,31	0,07	0,06	0,1
16	42,5	0,11	0,1	0,14	0,29	0,11	0,07	0,1
17	49,8	0,13	0,12	0,14	0,28	0,12	0,06	0,15
20	49,5	0,13	0,07	0,08	0,27	0,07	0,12	0,13
25	49,5	0,12	0,12	0,11	0,26	0,09	0,08	0,11
30	49,4	0,12	0,12	0,11	0,25	0,1	0,08	0,11
35	49,3	0,11	0,1	0,1	0,24	0,1	0,08	0,1
40	49,3	0	0,09	0,1	0,23	0,09	0,1	0,09
45	49,2	0,1	0,09	0,11	0,22	0,08	0,09	0,1
50	49,2	0,11	0,11	0,1	0,21	0,07	0,08	0,09
55	49,1	0,12	0,1	0,09	0,2	0,12	0,07	0,09
60	49,1	0,11	0,11	0,08	0,19	0,09	0,06	0,09
65	49	0,12	0,12	0,1	0,18	0,07	0,11	0,1
70	48,9	0,12	0,12	0,11	0,17	0,09	0,1	0,11
80	48,5	0,12	0,11	0,1	0,16	0,1	0,09	0,12
100	48,4	0,11	0,09	0,12	0,15	0,09	0,08	0,11
120	47,7	0,1	0,09	0,08	0,14	0,1	0,08	0,1
140	47,2	0,1	0,09	0,08	0,13	0,09	0,06	0,08

Tablo 4.218: $\theta=60^\circ$ için, H=50cm derinliğinde sıcak su deşarjı jet merkez eksenlerinde enkesit içi sıcaklık dağılımları (Deney seri: C) (çarpma noktası işaretlenmiştir).

x (cm)	y (cm)	ΔT (°C)						
		z (cm)						
		-30	-20	-10	0	10	20	30
1	0,5	0,1	0,08	0,11	2,99	0,12	0,06	0,12
5	8	0,02	0,03	0,01	1,17	0,02	0,03	0,02
10	20	0,02	0	0,02	0,4	0,03	0,02	0,03
15	35	0,07	0,01	0,07	0,37	0,07	0,08	0,07
16	46	0,11	0,11	0,13	0,35	0,15	0,16	0,15
16,5	49,8	0,12	0,12	0,12	0,33	0,11	0,13	0,13
20	49,5	0,12	0,08	0,19	0,3	0,1	0,12	0,16
25	49,4	0,1	0,1	0,14	0,27	0,11	0,1	0,14
30	49,3	0,1	0,09	0,12	0,25	0,1	0,09	0,15
35	49,3	0,12	0,09	0,13	0,24	0,12	0,12	0,15
40	49,2	0,11	0,08	0,11	0,23	0,13	0,13	0,14
45	49,2	0,12	0,09	0,13	0,22	0,11	0,11	0,14
50	49,1	0,11	0,1	0,14	0,21	0,1	0,11	0,18
55	49,1	0,1	0,09	0,12	0,2	0,12	0,12	0,13
60	49	0,11	0,1	0,12	0,19	0,12	0,12	0,14
65	48,9	0,13	0,11	0,12	0,18	0,15	0,15	0,16
70	48,8	0,13	0,11	0,11	0,17	0,13	0,14	0,16
80	48,7	0,12	0,13	0,11	0,16	0,12	0,14	0,15
100	48,6	0,12	0,12	0,12	0,15	0,11	0,13	0,14
120	48,2	0,13	0,12	0,12	0,14	0,13	0,1	0,14
140	47,4	0,12	0,1	0,09	0,13	0,02	0,12	0,13

Tablo 4.219: $\theta=60^\circ$ için, H=20cm derinliğinde sıcak su deşarjı jet merkez eksenlerinde enkesit içi sıcaklık dağılımları (Deney seri: A) (çarpma noktası işaretlenmiştir).

x (cm)	y (cm)	ΔT (°C)						
		z (cm)						
		-30	-20	-10	0	10	20	30
1	0,5	0,02	0,13	0,13	2,47	0,04	0,19	0,12
5	7,5	0,07	0,09	0,09	0,76	0,10	0,11	0,04
10	10	0,28	0,31	0,37	0,52	0,34	0,28	0,25
10,4	19,8	0,30	0,33	0,38	0,46	0,33	0,31	0,28
15	19,7	0,24	0,17	0,29	0,37	0,33	0,30	0,25
20	19,6	0,22	0,23	0,28	0,35	0,29	0,27	0,26
25	19,5	0,27	0,27	0,27	0,34	0,27	0,26	0,25
30	19,4	0,24	0,29	0,28	0,33	0,26	0,25	0,27
35	19,3	0,24	0,27	0,29	0,32	0,27	0,27	0,25
40	19,2	0,23	0,29	0,28	0,31	0,29	0,28	0,28
45	19,1	0,24	0,27	0,27	0,30	0,28	0,27	0,26
60	19	0,23	0,26	0,27	0,27	0,27	0,26	0,24
80	18,9	0,23	0,25	0,26	0,26	0,26	0,26	0,26
100	18,7	0,20	0,25	0,25	0,24	0,25	0,26	0,20
120	18,4	0,17	0,18	0,26	0,22	0,22	0,25	0,24
140	18	0,12	0,21	0,25	0,19	0,21	0,26	0,24

Tablo 4.220: $\theta=60^\circ$ için, H=20cm derinliğinde sıcak su deşarjı jet merkez eksenlerinde enkesit içi sıcaklık dağılımları (Deney seri: B) (çarpma noktası işaretlenmiştir).

x (cm)	y (cm)	ΔT (°C)						
		z (cm)						
		-30	-20	-10	0	10	20	30
1	0,4	0,08	0,14	0,1	2,88	0,1	0,06	0,24
5	8	0,04	0,09	0,11	0,72	0,08	0,11	0,05
10	11	0,25	0,29	0,34	0,49	0,33	0,27	0,22
10,2	19,9	0,26	0,28	0,37	0,45	0,34	0,26	0,23
15	19,6	0,22	0,25	0,32	0,37	0,3	0,24	0,26
20	19,6	0,21	0,24	0,3	0,33	0,28	0,23	0,21
25	19,5	0,22	0,24	0,26	0,32	0,26	0,22	0,24
30	19,5	0,21	0,23	0,26	0,31	0,23	0,22	0,25
35	19,5	0,21	0,24	0,26	0,3	0,24	0,23	0,28
40	19,4	0,24	0,26	0,27	0,29	0,25	0,26	0,27
45	19,3	0,25	0,25	0,26	0,28	0,23	0,26	0,27
60	19,2	0,26	0,26	0,25	0,27	0,22	0,25	0,26
80	19,1	0,23	0,24	0,26	0,25	0,22	0,26	0,24
100	18,9	0,21	0,23	0,24	0,23	0,21	0,24	0,2
120	18,8	0,2	0,22	0,23	0,21	0,18	0,22	0,2
140	18,1	0,19	0,21	0,24	0,2	0,18	0,26	0,2

Tablo 4.221: $\theta=60^\circ$ için, H=20cm derinliğinde sıcak su deşarjı jet merkez eksenlerinde enkesit içi sıcaklık dağılımları (Deney seri: C) (çarpma noktası işaretlenmiştir).

x (cm)	y (cm)	ΔT (°C)						
		z (cm)						
		-30	-20	-10	0	10	20	30
1	0,3	0,11	0,02	0,02	2,64	0,01	0,1	0,01
5	8,5	0,03	0,03	0,03	0,67	0,02	0,01	0,07
10	9,4	0,23	0,24	0,25	0,53	0,27	0,21	0,1
10,7	19,8	0,21	0,25	0,27	0,49	0,29	0,23	0,11
15	19,6	0,21	0,23	0,24	0,31	0,24	0,22	0,11
20	19,5	0,21	0,21	0,25	0,3	0,23	0,2	0,1
25	19,5	0,2	0,19	0,2	0,28	0,21	0,17	0,09
30	19,4	0,19	0,28	0,19	0,27	0,18	0,16	0,08
35	19,4	0,18	0,17	0,18	0,26	0,17	0,16	0,09
40	19,3	0,21	0,19	0,19	0,25	0,21	0,18	0,1
45	19,2	0,23	0,21	0,21	0,24	0,2	0,18	0,11
60	19,1	0,22	0,21	0,22	0,23	0,19	0,18	0,11
80	19,1	0,19	0,21	0,22	0,22	0,2	0,21	0,09
100	19	0,17	0,21	0,2	0,21	0,17	0,16	0,08
120	18,7	0,16	0,21	0,19	0,2	0,19	0,17	0,05
140	18,2	0,13	0,17	0,19	0,19	0,16	0,16	0,04

Tablo 4.222: $\theta=60^\circ$ için, H=15cm derinliğinde sıcak su deşarjı jet merkez eksenlerinde enkesit içi sıcaklık dağılımları (Deney seri: A) (çarpma noktası işaretlenmiştir).

x (cm)	y (cm)	ΔT (°C)						
		z (cm)						
		-30	-20	-10	0	10	20	30
1	0,8	0,01	0,22	0,14	3,35	0,02	0,15	0,13
5	8	0,05	0,04	0,16	0,80	0,04	0,03	0,03
6	9,4	0,19	0,18	0,10	0,63	0,03	0,21	0,18
7,5	14,8	0,32	0,33	0,43	0,55	0,20	0,35	0,31
10	14,6	0,29	0,28	0,34	0,50	0,14	0,33	0,30
15	14,6	0,29	0,27	0,32	0,43	0,14	0,32	0,29
20	14,5	0,28	0,28	0,32	0,40	0,07	0,30	0,31
25	14,5	0,29	0,29	0,30	0,37	0,10	0,31	0,31
30	14,4	0,28	0,28	0,30	0,36	0,02	0,30	0,31
35	14,3	0,28	0,28	0,29	0,35	0,02	0,29	0,30
40	14,3	0,27	0,29	0,34	0,34	0,01	0,28	0,30
60	14,2	0,28	0,29	0,31	0,33	0,00	0,27	0,29
80	14,2	0,21	0,22	0,27	0,32	0,00	0,27	0,26
100	14,1	0,20	0,13	0,27	0,31	0,02	0,26	0,26
120	13,6	0,19	0,13	0,26	0,29	0,01	0,25	0,20
140	13,3	0,11	0,14	0,24	0,27	0,00	0,21	0,19

Tablo 4.223: $\theta=60^\circ$ için, H=15cm derinliğinde sıcak su deşarjı jet merkez eksenlerinde enkesit içi sıcaklık dağılımları (Deney seri: B) (çarpma noktası işaretlenmiştir).

x (cm)	y (cm)	ΔT (°C)						
		z (cm)						
		-30	-20	-10	0	10	20	30
1	0,1	0,13	0,03	0,03	2,93	0,07	0,13	0,15
5	7	0,08	0,06	0,05	0,78	0,04	0,06	0,1
6	9,6	0,22	0,21	0,16	0,59	0,08	0,22	0,25
8	14,9	0,32	0,33	0,39	0,57	0,3	0,33	0,29
10	14,6	0,29	0,3	0,38	0,51	0,27	0,27	0,28
15	14,5	0,3	0,34	0,35	0,43	0,25	0,26	0,29
20	14,4	0,29	0,27	0,25	0,38	0,14	0,25	0,28
25	14,3	0,28	0,26	0,24	0,33	0,11	0,21	0,28
30	14,3	0,25	0,23	0,23	0,32	0,11	0,23	0,27
35	14,2	0,23	0,23	0,22	0,31	0,13	0,24	0,27
40	14,2	0,22	0,22	0,21	0,3	0,14	0,22	0,26
60	14,1	0,21	0,22	0,26	0,29	0,15	0,29	0,25
80	14	0,23	0,26	0,28	0,28	0,17	0,29	0,28
100	13,9	0,2	0,26	0,29	0,27	0,17	0,28	0,29
120	13,7	0,19	0,21	0,26	0,26	0	0,18	0,23
140	13,4	0,17	0,16	0,21	0,25	0,01	0,14	0,15

Tablo 4.224: $\theta=60^\circ$ için, H=15cm derinliğinde sıcak su deşarjı jet merkez eksenlerinde enkesit içi sıcaklık dağılımları (Deney seri: C) (çarpma noktası işaretlenmiştir).

x (cm)	y (cm)	ΔT (°C)						
		z (cm)						
		-30	-20	-10	0	10	20	30
1	0,2	0,18	0,16	0,2	2,83	0,31	0,2	0,22
5	8	0,05	0,08	0,04	0,73	0,07	0,19	0,07
6	10	0,21	0,21	0,25	0,59	0,27	0,28	0,38
7	14,8	0,32	0,32	0,33	0,54	0,49	0,36	0,37
10	14,6	0,28	0,29	0,36	0,49	0,41	0,32	0,36
15	14,5	0,3	0,28	0,33	0,42	0,32	0,31	0,3
20	14,4	0,29	0,27	0,29	0,37	0,27	0,26	0,29
25	14,4	0,28	0,26	0,27	0,36	0,26	0,25	0,28
30	14,4	0,27	0,26	0,29	0,35	0,31	0,27	0,29
35	14,3	0,28	0,27	0,32	0,34	0,31	0,28	0,3
40	14,2	0,32	0,33	0,32	0,33	0,32	0,28	0,31
60	14,2	0,3	0,3	0,3	0,32	0,3	0,28	0,29
80	14,1	0,28	0,31	0,31	0,31	0,29	0,28	0,3
100	14	0,27	0,32	0,33	0,3	0,32	0,3	0,3
120	13,8	0,25	0,28	0,31	0,29	0,26	0,27	0,3
140	13,5	0,21	0,26	0,21	0,28	0,29	0,22	0,23

Tablo 4.225: $\theta=60^\circ$ için, H=10cm derinliğinde sıcak su deşarjı jet merkez eksenlerinde enkesit içi sıcaklık dağılımları (Deney seri: A) (çarpma noktası işaretlenmiştir).

x (cm)	y (cm)	ΔT (°C)						
		z (cm)						
		-30	-20	-10	0	10	20	30
1	0,4	0,15	0,14	0,12	2,86	0,21	0,18	0,16
4	5,5	0,27	0,19	0,18	1,14	0,13	0,37	0,45
4,7	9,9	0,55	0,60	0,67	0,81	0,60	0,50	0,44
5	9,7	0,51	0,51	0,58	0,71	0,59	0,52	0,45
10	9,6	0,50	0,52	0,52	0,62	0,58	0,41	0,46
15	9,6	0,45	0,51	0,51	0,58	0,57	0,56	0,48
20	9,5	0,55	0,52	0,50	0,54	0,51	0,53	0,50
25	9,5	0,48	0,51	0,48	0,51	0,50	0,52	0,49
30	9,5	0,45	0,50	0,46	0,49	0,46	0,46	0,48
35	9,4	0,44	0,48	0,44	0,47	0,45	0,47	0,47
40	9,4	0,43	0,47	0,43	0,45	0,46	0,44	0,46
60	9,3	0,42	0,44	0,42	0,43	0,42	0,42	0,41
80	9,2	0,35	0,39	0,41	0,41	0,41	0,41	0,37
100	9,2	0,32	0,35	0,37	0,39	0,38	0,40	0,36
120	9	0,31	0,34	0,35	0,38	0,38	0,39	0,32
140	8,5	0,27	0,28	0,34	0,37	0,33	0,37	0,29

Tablo 4.226: $\theta=60^\circ$ için, H=10cm derinliğinde sıcak su deşarjı jet merkez eksenlerinde enkesit içi sıcaklık dağılımları (Deney seri: B) (çarpma noktası işaretlenmiştir).

x (cm)	y (cm)	ΔT (°C)						
		z (cm)						
		-30	-20	-10	0	10	20	30
1	0,2	0,04	0,15	0,16	2,97	0,14	0,13	0,17
4	5,7	0,28	0,26	0,25	0,97	0,1	0,18	0,31
5	7,6	0,47	0,53	0,58	0,92	0,56	0,5	0,45
5,2	9,8	0,5	0,55	0,61	0,86	0,57	0,53	0,47
10	9,6	0,46	0,46	0,48	0,76	0,53	0,46	0,46
15	9,5	0,44	0,45	0,45	0,7	0,5	0,45	0,45
20	9,5	0,42	0,43	0,43	0,65	0,46	0,44	0,44
25	9,4	0,46	0,49	0,46	0,62	0,45	0,45	0,43
30	9,3	0,47	0,5	0,51	0,58	0,46	0,44	0,42
35	9,2	0,46	0,49	0,5	0,55	0,48	0,46	0,43
40	9,1	0,45	0,48	0,49	0,53	0,48	0,48	0,47
60	9,1	0,43	0,46	0,49	0,51	0,46	0,47	0,46
80	9	0,36	0,42	0,48	0,48	0,44	0,44	0,43
100	8,9	0,34	0,4	0,47	0,47	0,43	0,38	0,36
120	9	0,3	0,26	0,45	0,44	0,42	0,37	0,31
140	8,6	0,23	0,23	0,35	0,4	0,37	0,35	0,32

Tablo 4.227: $\theta=60^\circ$ için, H=10cm derinliğinde sıcak su deşarjı jet merkez eksenlerinde enkesit içi sıcaklık dağılımları (Deney seri: C) (çarpma noktası işaretlenmiştir).

x (cm)	y (cm)	ΔT (°C)						
		z (cm)						
		-30	-20	-10	0	10	20	30
1	0,2	0,22	0,26	0,24	2,83	0,24	0,25	0,17
4	5,8	0,28	0,23	0,16	0,89	0,14	0,31	0,42
5	7,2	0,49	0,54	0,57	0,83	0,61	0,58	0,54
5,4	9,8	0,52	0,54	0,54	0,79	0,62	0,62	0,47
10	9,5	0,44	0,47	0,48	0,61	0,52	0,53	0,47
15	9,4	0,39	0,51	0,5	0,53	0,51	0,49	0,45
20	9,3	0,46	0,49	0,48	0,5	0,47	0,46	0,46
25	9,3	0,45	0,48	0,47	0,49	0,45	0,45	0,45
30	9,2	0,44	0,49	0,46	0,48	0,44	0,44	0,44
35	9,2	0,47	0,48	0,45	0,47	0,43	0,43	0,43
40	9,1	0,45	0,47	0,46	0,46	0,42	0,43	0,42
60	9	0,44	0,45	0,45	0,45	0,4	0,47	0,41
80	8,9	0,38	0,43	0,44	0,44	0,45	0,46	0,42
100	9	0,36	0,39	0,44	0,43	0,45	0,47	0,33
120	8,8	0,27	0,33	0,41	0,42	0,42	0,38	0,31
140	8,7	0,24	0,29	0,37	0,41	0,34	0,28	0,28

Tablo 4.228: $\theta=60^\circ$ için, H=5cm derinliğinde sıcak su deşarjı jet merkez eksenlerinde enkesit içi sıcaklık dağılımları (Deney seri: A) (çarpma noktası işaretlenmiştir).

x (cm)	y (cm)	ΔT (°C)						
		z (cm)						
		-30	-20	-10	0	10	20	30
1	0	0,06	0,04	0,08	3,05	0,07	0,02	0,03
2,9	4,8	0,05	0,01	0,08	1,37	0,24	0,09	-0,02
5	4,7	0,77	0,90	0,97	1,16	1,04	0,90	0,86
10	4,7	0,71	0,82	0,86	0,84	0,80	0,81	0,75
15	4,7	0,69	0,75	0,78	0,81	0,72	0,70	0,71
20	4,5	0,68	0,73	0,76	0,80	0,71	0,71	0,70
25	4,5	0,65	0,72	0,75	0,79	0,69	0,70	0,68
30	4,5	0,63	0,71	0,74	0,77	0,68	0,68	0,67
35	4,3	0,62	0,72	0,73	0,76	0,69	0,68	0,66
40	4,3	0,61	0,73	0,72	0,75	0,71	0,69	0,65
60	4,2	0,50	0,62	0,66	0,74	0,72	0,71	0,68
80	4,1	0,37	0,52	0,65	0,73	0,74	0,68	0,64
100	4,1	0,37	0,48	0,55	0,71	0,66	0,67	0,59
120	4	0,35	0,42	0,50	0,69	0,60	0,65	0,44
140	3,9	0,29	0,32	0,48	0,67	0,59	0,63	0,40

Tablo 4.229: $\theta=60^\circ$ için, H=5cm derinliğinde sıcak su deşarjı jet merkez eksenlerinde enkesit içi sıcaklık dağılımları (Deney seri: B) (çarpma noktası işaretlenmiştir).

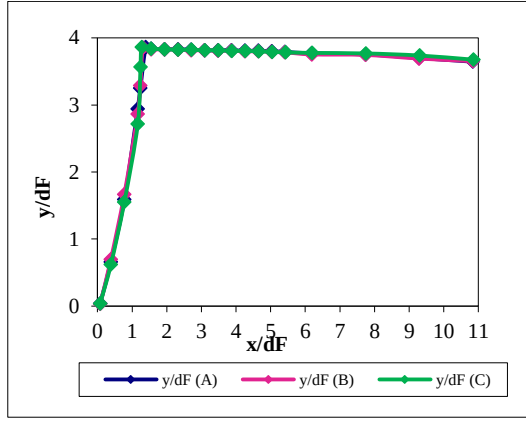
x (cm)	y (cm)	ΔT (°C)						
		z (cm)						
		-30	-20	-10	0	10	20	30
1	0,2	0,12	0,12	0,3	2,76	0,18	0,19	0,17
3,1	4,9	0,41	0,42	0,45	1,38	0,53	0,52	0,61
5	4,7	0,68	0,87	0,97	1,13	1,07	0,95	0,7
10	4,6	0,82	0,82	0,91	0,88	0,9	0,83	0,69
15	4,5	0,65	0,77	0,79	0,76	0,79	0,77	0,68
20	4,5	0,61	0,71	0,77	0,74	0,77	0,75	0,67
25	4,4	0,65	0,72	0,75	0,73	0,71	0,67	0,63
30	4,4	0,64	0,74	0,71	0,72	0,69	0,63	0,6
35	4,3	0,58	0,64	0,66	0,71	0,61	0,57	0,58
40	4,2	0,54	0,64	0,64	0,69	0,64	0,63	0,59
60	4,1	0,53	0,58	0,63	0,68	0,63	0,65	0,63
80	4,1	0,52	0,57	0,6	0,67	0,65	0,67	0,65
100	4	0,42	0,45	0,46	0,56	0,46	0,43	0,5
120	3,8	0,4	0,38	0,31	0,53	0,32	0,33	0,4
140	3,8	0,19	0,17	0,21	0,51	0,25	0,21	0,17

Tablo 4.230: $\theta=60^\circ$ için, $H=5\text{cm}$ derinliğinde sıcak su deşarjı jet merkez eksenlerinde enkesit içi sıcaklık dağılımları (Deney seri: C) (çarpma noktası işaretlenmiştir).

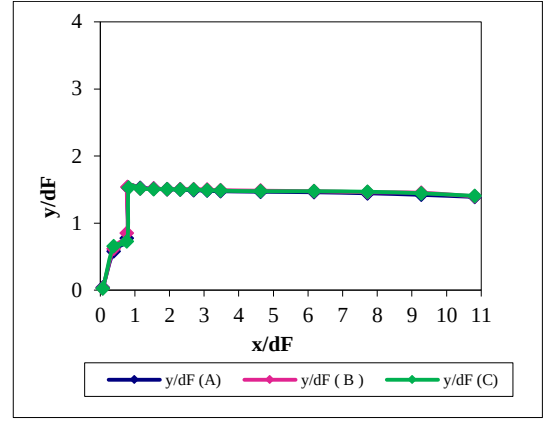
x (cm)	y (cm)	ΔT ($^\circ\text{C}$)						
		z (cm)						
		-30	-20	-10	0	10	20	30
1	0,2	0,15	0,08	0,16	2,89	0,07	0,06	0,07
2,7	4,8	0,39	0,04	0,17	1,39	0,16	0,13	0,04
5	4,5	0,83	0,84	0,98	1,17	1,06	0,91	0,88
10	4,6	0,78	0,79	0,87	0,9	1	0,9	0,83
15	4,6	0,72	0,77	0,79	0,89	0,92	0,88	0,77
20	4,4	0,71	0,75	0,83	0,87	0,89	0,86	0,78
25	4,3	0,69	0,79	0,8	0,85	0,88	0,83	0,76
30	4,3	0,68	0,78	0,79	0,84	0,86	0,81	0,78
35	4,2	0,65	0,74	0,78	0,83	0,85	0,79	0,77
40	4,2	0,64	0,73	0,81	0,82	0,79	0,78	0,76
60	4,1	0,63	0,67	0,74	0,79	0,77	0,77	0,75
80	4,1	0,39	0,55	0,7	0,75	0,76	0,76	0,73
100	4,1	0,38	0,39	0,55	0,71	0,8	0,72	0,72
120	4	0,33	0,34	0,48	0,68	0,78	0,68	0,54
140	4	0,32	0,26	0,22	0,55	0,25	0,21	0,3

4.5.2.3. $\theta=60^\circ$ için Sıcak Su Deşarjında Jet Merkez Ekseni Yörüngeleri

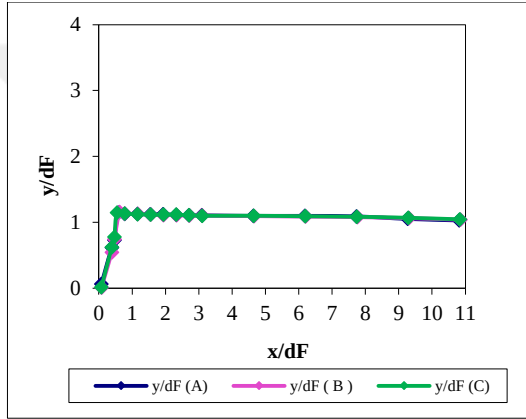
Deşarj derinliği H ’ ye bağlı olarak gerçekleştirilen $\theta=60^\circ$ deşarj deliği açısı için sıcak su deşarjı deneylerinin normalize edilmiş jet merkez ekseni yörüngelerinin profilleri x/dF - y/dF olarak Şekil 4.55’ te verilmiştir. Normalize jet merkez ekseni yörüngelerinin x/dF - y/dF sayısal değerleri de Tablo 4.231 ila 4.235’te verilmiştir. Şekil 4.55’ten da görüleceği üzere, H değerindeki küçülmeye bağlı olarak jetin su yüzeyine çarpma noktasında ulaşmasından sonra, jetler yoğunluk tabakası haline dönüşerek merkez eksen yörüngeleri su yüzeyine yaklaşık paralel boyuna ilerlemeyi sürdürdüler.



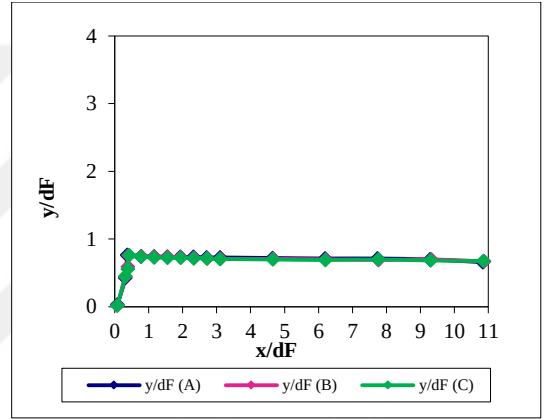
a. H=50cm



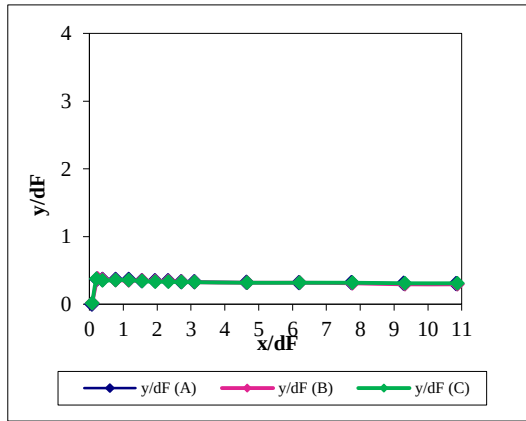
b. H=20cm



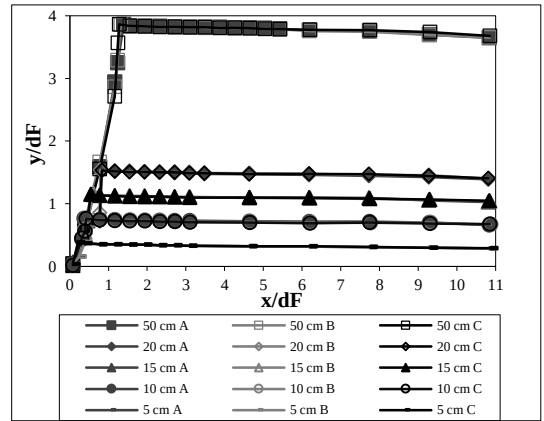
c. H=15cm



d. H=10cm



e. H=5cm



f. H değerlerine göre karşılaştırma

Şekil 4.55: H' ye göre $\theta=60^\circ$ için sıcak su deşarjı deneylerinin normalize edilmiş jet merkez eksenî yörüngelerinin profilleri.

Tablo 4.231: $\theta=60^\circ$ için, H=50cm derinliğinde sıcak su deşarjı jet merkez eksen yörünge koordinatları (çarpma noktaları işaretlenmiştir).

x [cm] (A)	x [cm] (B)	x [cm] (C)	y [cm] (A)	y [cm] (B)	y [cm] (C)	x/dF (A)	x/dF (B)	x/dF (C)	y/dF (A)	y/dF (B)	y/dF (C)
1	1	1	0,5	0,4	0,5	0,0774	0,0774	0,0775	0,0387	0,031	0,0388
5	5	5	8,5	9	8	0,387	0,387	0,3877	0,6579	0,6966	0,6203
10	10	10	20,5	21,5	20	0,7739	0,7739	0,7754	1,5866	1,664	1,5508
15	15	15	38	37	35	1,1609	1,1609	1,1631	2,941	2,8636	2,7139
16	16	16	42	42,5	46	1,2383	1,2383	1,2406	3,2506	3,2893	3,5668
18	17	16,5	49,9	49,8	49,8	1,3931	1,3157	1,2794	3,862	3,8543	3,8614
20	20	20	49,6	49,5	49,5	1,5479	1,5479	1,5508	3,8388	3,831	3,8382
25	25	25	49,5	49,5	49,4	1,9349	1,9349	1,9385	3,831	3,831	3,8304
30	30	30	49,5	49,4	49,3	2,3218	2,3218	2,3262	3,831	3,8233	3,8227
35	35	35	49,4	49,3	49,3	2,7088	2,7088	2,7139	3,8233	3,8156	3,8227
40	40	40	49,3	49,3	49,2	3,0958	3,0958	3,1016	3,8156	3,8156	3,8149
45	45	45	49,3	49,2	49,2	3,4828	3,4828	3,4893	3,8156	3,8078	3,8149
50	50	50	49,3	49,2	49,1	3,8697	3,8697	3,8769	3,8156	3,8078	3,8072
55	55	55	49,2	49,1	49,1	4,2567	4,2567	4,2646	3,8078	3,8001	3,8072
60	60	60	49,2	49,1	49	4,6437	4,6437	4,6523	3,8078	3,8001	3,7994
65	65	65	49,1	49	48,9	5,0307	5,0307	5,04	3,8001	3,7923	3,7917
70	70	70	49	48,9	48,8	5,4176	5,4176	5,4277	3,7923	3,7846	3,7839
80	80	80	48,7	48,5	48,7	6,1916	6,1916	6,2031	3,7691	3,7537	3,7761
100	100	100	48,5	48,4	48,6	7,7395	7,7395	7,7539	3,7537	3,7459	3,7684
120	120	120	47,8	47,7	48,2	9,2874	9,2874	9,3047	3,6995	3,6917	3,7374
140	140	140	47,1	47,2	47,4	10,8353	10,8353	10,8555	3,6453	3,653	3,6753

Tablo 4.232: $\theta=60^\circ$ için, H=20cm derinliğinde sıcak su deşarjı jet merkez eksen yörünge koordinatları çarpma noktaları işaretlenmiştir).

x [cm] (A)	x [cm] (B)	x [cm] (C)	y [cm] (A)	y [cm] (B)	y [cm] (C)	x/dF (A)	x/dF (B)	x/dF (C)	y/dF (A)	y/dF (B)	y/dF (C)
1	1	1	0,5	0,4	0,3	0,0773	0,0773	0,0773	0,0386	0,0309	0,0232
5	5	5	7,5	8	8,5	0,3863	0,3863	0,3863	0,5794	0,618	0,6566
10	10	10	10	11	9,4	0,7725	0,7725	0,7725	0,7725	0,8498	0,7262
10,4	10,2	10,7	19,8	19,9	19,8	0,8034	0,788	0,8266	1,5296	1,5373	1,5296
15	15	15	19,7	19,6	19,6	1,1588	1,1588	1,1588	1,5218	1,5141	1,5141
20	20	20	19,6	19,6	19,5	1,545	1,545	1,545	1,5141	1,5141	1,5064
25	25	25	19,5	19,5	19,5	1,9313	1,9313	1,9313	1,5064	1,5064	1,5064
30	30	30	19,4	19,5	19,4	2,3175	2,3175	2,3175	1,4987	1,5064	1,4987
35	35	35	19,3	19,5	19,4	2,7038	2,7038	2,7038	1,4909	1,5064	1,4987
40	40	40	19,2	19,4	19,3	3,09	3,09	3,09	1,4832	1,4987	1,4909
45	45	45	19,1	19,3	19,2	3,4763	3,4763	3,4763	1,4755	1,4909	1,4832
60	60	60	19	19,2	19,1	4,635	4,635	4,635	1,4678	1,4832	1,4755
80	80	80	18,9	19,1	19,1	6,18	6,18	6,18	1,46	1,4755	1,4755
100	100	100	18,7	18,9	19	7,725	7,725	7,725	1,4446	1,46	1,4678
120	120	120	18,4	18,8	18,7	9,27	9,27	9,27	1,4214	1,4523	1,4446
140	140	140	18	18,1	18,2	10,815	10,815	10,815	1,3905	1,3982	1,406

Tablo 4.233: $\theta=60^\circ$ için, H=15cm derinliğinde sıcak su deşarjı jet merkez eksen yörünge koordinatları çarpma noktaları işaretlenmiştir).

x [cm] (A)	x [cm] (B)	x [cm] (C)	y [cm] (A)	y [cm] (B)	y [cm] (C)	x/dF (A)	x/dF (B)	x/dF (C)	y/dF (A)	y/dF (B)	y/dF (C)
1	1	1	0,8	0,1	0,2	0,0773	0,0775	0,0774	0,0618	0,0078	0,0155
5	5	5	8	7	8	0,3863	0,3877	0,387	0,618	0,5428	0,6192
6	6	6	9,4	9,6	10	0,4635	0,4652	0,4644	0,7262	0,7444	0,7739
7,5	8	7	14,8	14,9	14,8	0,5794	0,6203	0,5418	1,1433	1,1553	1,1454
10	10	10	14,6	14,6	14,6	0,7725	0,7754	0,7739	1,1279	1,1321	1,13
15	15	15	14,6	14,5	14,5	1,1588	1,1631	1,1609	1,1279	1,1243	1,1222
20	20	20	14,5	14,4	14,4	1,545	1,5508	1,5479	1,1201	1,1166	1,1145
25	25	25	14,5	14,3	14,4	1,9313	1,9385	1,9349	1,1201	1,1088	1,1145
30	30	30	14,4	14,3	14,4	2,3175	2,3262	2,3218	1,1124	1,1088	1,1145
35	35	35	14,3	14,2	14,3	2,7038	2,7139	2,7088	1,1047	1,1011	1,1067
40	40	40	14,3	14,2	14,2	3,09	3,1016	3,0958	1,1047	1,1011	1,099
60	60	60	14,2	14,1	14,2	4,635	4,6523	4,6437	1,097	1,0933	1,099
80	80	80	14,2	14	14,1	6,18	6,2031	6,1916	1,097	1,0855	1,0913
100	100	100	14,1	13,9	14	7,725	7,7539	7,7395	1,0892	1,0778	1,0835
120	120	120	13,6	13,7	13,8	9,27	9,3047	9,2874	1,0506	1,0623	1,068
140	140	140	13,3	13,4	13,5	10,815	10,8555	10,8353	1,0274	1,039	1,0448

Tablo 4.234: $\theta=60^\circ$ için, H=10cm derinliğinde sıcak su deşarjı jet merkez eksen yörünge koordinatları çarpma noktaları işaretlenmiştir).

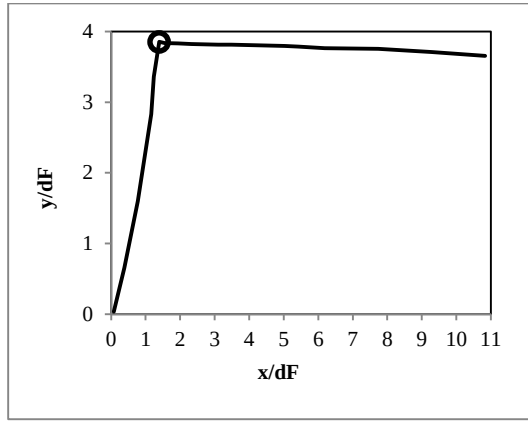
x [cm] (A)	x [cm] (B)	x [cm] (C)	y [cm] (A)	y [cm] (B)	y [cm] (C)	x/dF (A)	x/dF (B)	x/dF (C)	y/dF (A)	y/dF (B)	y/dF (C)
1	1	1	0,4	0,2	0,2	0,0774	0,0777	0,0775	0,031	0,0155	0,0155
4	4	4	5,5	5,7	5,8	0,3096	0,3107	0,3102	0,4257	0,4428	0,4497
4,7	-	-	9,9	-	-	0,3638	-	-	0,7662	-	-
5	5	5	9,7	7,6	7,2	0,387	0,3884	0,3877	0,7507	0,5904	0,5583
-	5,2	5,4	-	9,8	9,8	-	0,4039	0,4187	-	0,7613	0,7599
10	10	10	9,6	9,6	9,5	0,7739	0,7768	0,7754	0,743	0,7458	0,7366
15	15	15	9,6	9,5	9,4	1,1609	1,1652	1,1631	0,743	0,738	0,7289
20	20	20	9,5	9,5	9,3	1,5479	1,5537	1,5508	0,7353	0,738	0,7211
25	25	25	9,5	9,4	9,3	1,9349	1,9421	1,9385	0,7353	0,7302	0,7211
30	30	30	9,5	9,3	9,2	2,3218	2,3305	2,3262	0,7353	0,7224	0,7134
35	35	35	9,4	9,2	9,2	2,7088	2,7189	2,7139	0,7275	0,7147	0,7134
40	40	40	9,4	9,1	9,1	3,0958	3,1073	3,1016	0,7275	0,7069	0,7056
60	60	60	9,3	9,1	9	4,6437	4,661	4,6523	0,7198	0,7069	0,6979
80	80	80	9,2	9	8,9	6,1916	6,2146	6,2031	0,712	0,6991	0,6901
100	100	100	9,2	8,9	9	7,7395	7,7683	7,7539	0,712	0,6914	0,6979
120	120	120	9	9	8,8	9,2874	9,3219	9,3047	0,6966	0,6991	0,6823
140	140	140	8,5	8,6	8,7	10,8353	10,8756	10,8555	0,6579	0,6681	0,6746

Tablo 4.235: $\theta=60^\circ$ için, $H=5\text{cm}$ derinliğinde sıcak su deşarjı jet merkez eksen yörünge koordinatları çarpma noktaları işaretlenmiştir).

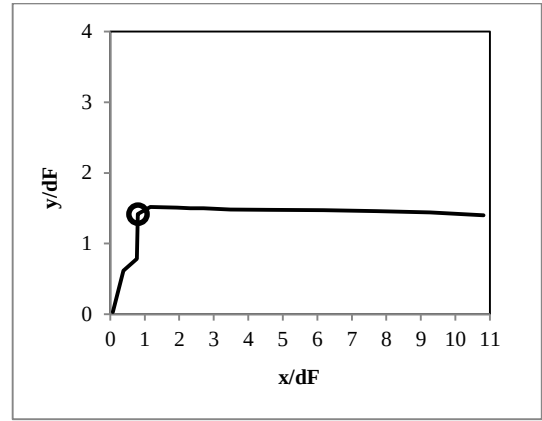
x [cm] (A)	x [cm] (B)	x [cm] (C)	y [cm] (A)	y [cm] (B)	y [cm] (C)	x/dF (A)	x/dF (B)	x/dF (C)	y/dF (A)	y/dF (B)	y/dF (C)
1	1	1	0	0,2	0,2	0,0774	0,0777	0,0777	0	0,0155	0,0155
2,9	3,1	2,7	4,8	4,9	4,8	0,2244	0,2408	0,2097	0,3715	0,3806	0,3729
5	5	5	4,7	4,7	4,5	0,387	0,3884	0,3884	0,3638	0,3651	0,3496
10	10	10	4,7	4,6	4,6	0,7739	0,7768	0,7768	0,3638	0,3573	0,3573
15	15	15	4,7	4,5	4,6	1,1609	1,1652	1,1652	0,3638	0,3496	0,3573
20	20	20	4,5	4,5	4,4	1,5479	1,5537	1,5537	0,3483	0,3496	0,3418
25	25	25	4,5	4,4	4,3	1,9349	1,9421	1,9421	0,3483	0,3418	0,334
30	30	30	4,5	4,4	4,3	2,3218	2,3305	2,3305	0,3483	0,3418	0,334
35	35	35	4,3	4,3	4,2	2,7088	2,7189	2,7189	0,3328	0,334	0,3263
40	40	40	4,3	4,2	4,2	3,0958	3,1073	3,1073	0,3328	0,3263	0,3263
60	60	60	4,2	4,1	4,1	4,6437	4,661	4,661	0,3251	0,3185	0,3185
80	80	80	4,1	4,1	4,1	6,1916	6,2146	6,2146	0,3173	0,3185	0,3185
100	100	100	4,1	4	4,1	7,7395	7,7683	7,7683	0,3173	0,3107	0,3185
120	120	120	4	3,8	4	9,2874	9,3219	9,3219	0,3096	0,2952	0,3107
140	140	140	3,9	3,8	4	10,8353	10,8756	10,8756	0,3018	0,2952	0,3107

4.5.2.4. $\theta=60^\circ$ için Sıcak Su Deşarjında Ortalama Jet Merkez Eksen Yörüngeleri

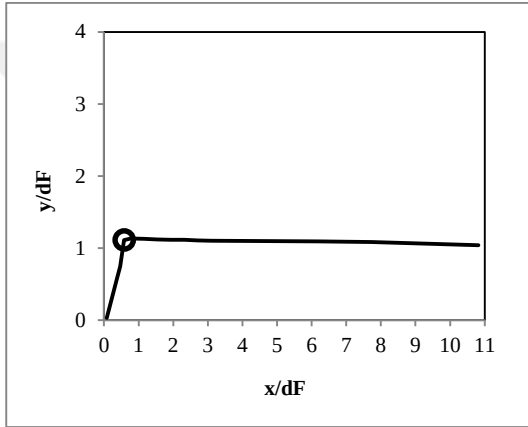
Deşarj derinliği H' ye bağlı olarak gerçekleştirilen $\theta=60^\circ$ deşarj deliği açısı için sıcak su deşarjı deneylerinin normalize edilmiş jet merkez eksen yörüngelerinin x/dF - y/dF olarak deneysel ölçüm noktalarının tüm deneyler için A serisi x/dF noktalarına enterpolasyon ile taşınmış ve ortalamaları alınmış profilleri x/dF - y/dF olarak Şekil 4.56'da verilmiştir. Normalize jet merkez eksen yörüngelerinin x/dF - y/dF sayısal değerleri de Tablo 4.236 ila 4.240' da verilmiştir. Şekil 4.56'dan de görüldüğü gibi, jet merkez eksenleri deşarj derinliklerinin azalmasına bağlı olarak, derinliklerin büyüklüğüyle doğru orantılı bir şekilde çarpma noktası derinlikleri ve yoğunluk akıntılarının içerisindeki merkez eksenlerin düşey konumları da azalmışlardır. Yoğunluk akıntısı içi merkez eksenleri, çarpma noktası sonrası yatay eksen boyunca hareket ederlerken, konumlarında aşağı yönlü hareket gözlenmiştir. Hidrolik sıçrama sonucu oluşan bu hareketin etkisinin derinliğin değeri azaldıkça, azaldığı, çarpma noktası sonrası merkez eksenin sığlaşma arttıkça yatay eksene göre paralelleştiği belirlenmiştir.



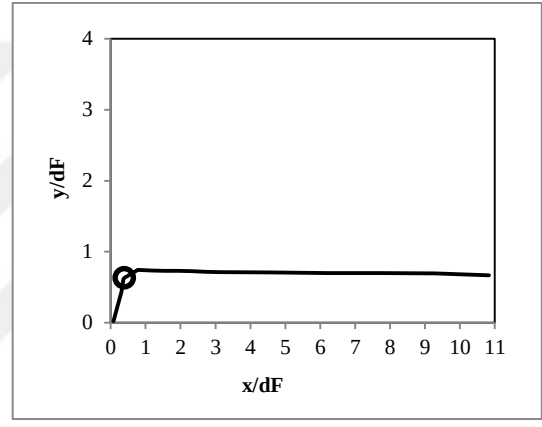
a. H=50cm



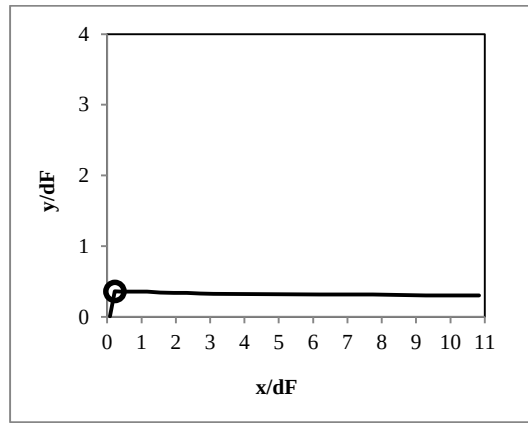
b. H=20cm



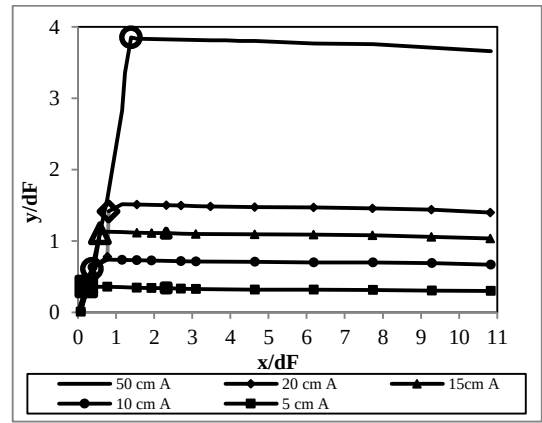
c. H=15cm



d. H=10cm



e. H=5cm



f. H değerlerine göre karşılaştırma

Şekil 4.56: $\theta=60^\circ$ için sıcak su deşarjında ortalama jet merkez eksenli yörüngeleri (çarpma noktaları işaretlenmiştir).

Tablo 4.236: $\theta=60^\circ$ için, H=50cm derinliğinde sıcak su deşarjında ortalama jet merkez eksenî yörünge koordinatları çarpma noktaları işaretlenmiştir).

x/dF (A)	y/dF (A)	y/dF (B)	y/dF (C)	Ort y/dF	x/dF (A)	y/dF (A)	y/dF (B)	y/dF (C)	Ort y/dF
0,0774	0,0387	0,0310	0,0385	0,0361	3,4828	3,8156	3,8078	3,8149	3,8128
0,3870	0,6579	0,6966	0,6186	0,6577	3,8697	3,8156	3,8078	3,8073	3,8102
0,7739	1,5866	1,6640	1,5465	1,5990	4,2567	3,8078	3,8001	3,8072	3,8050
1,1609	2,9410	2,8636	2,6901	2,8316	4,6437	3,8078	3,8001	3,7996	3,8025
1,2383	3,2506	3,2893	3,5414	3,3604	5,0307	3,8001	3,7923	3,7918	3,7948
1,3931	3,8620	3,8465	3,8517	3,8534	5,4176	3,7923	3,7846	3,7841	3,7870
1,5479	3,8388	3,8310	3,8384	3,8361	6,1916	3,7691	3,7537	3,7763	3,7663
1,9349	3,8310	3,8310	3,8305	3,8309	7,7395	3,7537	3,7459	3,7685	3,7560
2,3218	3,8310	3,8233	3,8228	3,8257	9,2874	3,6995	3,6917	3,7377	3,7096
2,7088	3,8233	3,8156	3,8227	3,8205	10,8353	3,6453	3,6530	3,6762	3,6582
3,0958	3,8156	3,8156	3,8150	3,8154	-	-	-	-	-

Tablo 4.237: $\theta=60^\circ$ için, H=20cm derinliğinde sıcak su deşarjında ortalama jet merkez eksenî yörünge koordinatları çarpma noktaları işaretlenmiştir).

x/dF (A)	y/dF (A)	y/dF (B)	y/dF (C)	Ort y/dF	x/dF (A)	y/dF (A)	y/dF (B)	y/dF (C)	Ort y/dF
0,0773	0,0386	0,0309	0,0232	0,0309	2,7038	1,4909	1,5064	1,4987	1,4987
0,3863	0,5794	0,6180	0,6566	0,6180	3,0900	1,4832	1,4987	1,4909	1,4909
0,7725	0,7725	0,8498	0,7262	0,7828	3,4763	1,4755	1,4909	1,4832	1,4832
0,8034	1,5296	1,5363	1,1852	1,4170	4,6350	1,4678	1,4832	1,4755	1,4755
1,1588	1,5218	1,5141	1,5141	1,5167	6,1800	1,4600	1,4755	1,4755	1,4703
1,5450	1,5141	1,5141	1,5064	1,5115	7,7250	1,4446	1,4600	1,4678	1,4575
1,9313	1,5064	1,5064	1,5064	1,5064	9,2700	1,4214	1,4523	1,4446	1,4394
2,3175	1,4987	1,5064	1,4987	1,5012	10,8150	1,3905	1,3982	1,4060	1,3982

Tablo 4.238: $\theta=60^\circ$ için, H=15cm derinliğinde sıcak su deşarjında ortalama jet merkez eksenî yörünge koordinatları çarpma noktaları işaretlenmiştir).

x/dF (A)	y/dF (A)	y/dF (B)	y/dF (C)	Ort y/dF	x/dF (A)	y/dF (A)	y/dF (B)	y/dF (C)	Ort y/dF
0,0773	0,0618	0,0073	0,0152	0,0281	2,3175	1,1124	1,1088	1,1145	1,1119
0,3863	0,6180	0,5403	0,6177	0,5920	2,7038	1,1047	1,1013	1,1068	1,1043
0,4635	0,7262	0,7399	0,7722	0,7461	3,0900	1,1047	1,1011	1,0991	1,1016
0,5794	1,1433	1,0469	1,1429	1,1110	4,6350	1,0970	1,0934	1,0990	1,0964
0,7725	1,1279	1,1325	1,1301	1,1301	6,1800	1,0970	1,0857	1,0913	1,0913
1,1588	1,1279	1,1244	1,1223	1,1248	7,7250	1,0892	1,0779	1,0836	1,0836
1,5450	1,1201	1,1167	1,1145	1,1171	9,2700	1,0506	1,0626	1,0682	1,0605
1,9313	1,1201	1,1090	1,1145	1,1145	10,8150	1,0274	1,0396	1,0451	1,0374

Tablo 4.239: $\theta=60^\circ$ için, H=10cm derinliğinde sıcak su deşarjında ortalama jet merkez eksen yörünge koordinatları çarpma noktaları işaretlenmiştir).

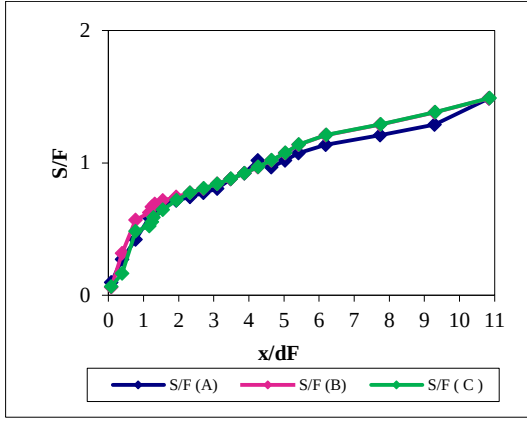
x/dF (A)	y/dF (A)	y/dF (B)	y/dF (C)	Ort y/dF	x/dF (A)	y/dF (A)	y/dF (B)	y/dF (C)	Ort y/dF
0,0774	0,0310	0,0150	0,0152	0,0204	2,3218	0,7353	0,7226	0,7134	0,7238
0,3096	0,4257	0,4407	0,4487	0,4383	2,7088	0,7275	0,7149	0,7134	0,7186
0,3638	0,7662	0,5435	0,5248	0,6115	3,0958	0,7275	0,7071	0,7057	0,7135
0,3870	0,7507	0,5877	0,5573	0,6319	4,6437	0,7198	0,7069	0,6979	0,7082
0,7739	0,7430	0,7459	0,7367	0,7419	6,1916	0,7120	0,6993	0,6902	0,7005
1,1609	0,7430	0,7381	0,7289	0,7367	7,7395	0,7120	0,6915	0,6978	0,7004
1,5479	0,7353	0,7380	0,7212	0,7315	9,2874	0,6966	0,6990	0,6825	0,6927
1,9349	0,7353	0,7304	0,7211	0,7289	10,8353	0,6579	0,6689	0,6747	0,6671

Tablo 4.240: $\theta=60^\circ$ için, H=5cm derinliğinde sıcak su deşarjında ortalama jet merkez eksen yörünge koordinatları çarpma noktaları işaretlenmiştir).

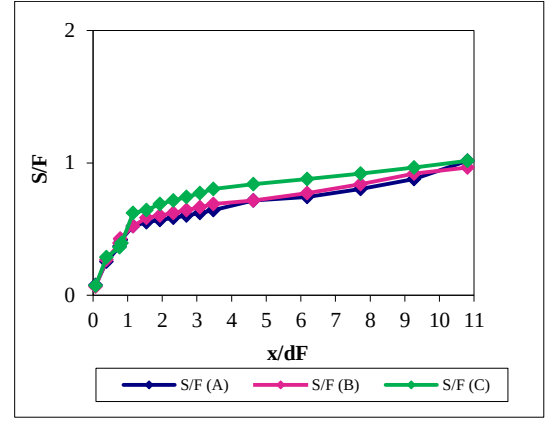
x/dF (A)	y/dF (A)	y/dF (B)	y/dF (C)	Ort y/dF	x/dF (A)	y/dF (A)	y/dF (B)	y/dF (C)	Ort y/dF
0,0774	0,0000	0,0149	0,0148	0,0099	2,7088	0,3328	0,3342	0,3265	0,3312
0,2244	0,3715	0,3440	0,3710	0,3622	3,0958	0,3328	0,3265	0,3263	0,3285
0,3870	0,3638	0,3653	0,3498	0,3596	4,6437	0,3251	0,3186	0,3186	0,3207
0,7739	0,3638	0,3574	0,3573	0,3595	6,1916	0,3173	0,3185	0,3185	0,3181
1,1609	0,3638	0,3497	0,3573	0,3569	7,7395	0,3173	0,3109	0,3185	0,3156
1,5479	0,3483	0,3496	0,3420	0,3466	9,2874	0,3096	0,2955	0,3109	0,3053
1,9349	0,3483	0,3419	0,3342	0,3415	10,8353	0,3018	0,2952	0,3107	0,3026
2,3218	0,3483	0,3418	0,3340	0,3414	-	-	-	-	-

4.5.2.5. $\theta=60^\circ$ için Sıcak Su Deşarjında Jet Merkez eksen Boyunca Yatay Seyrelme Değişimi

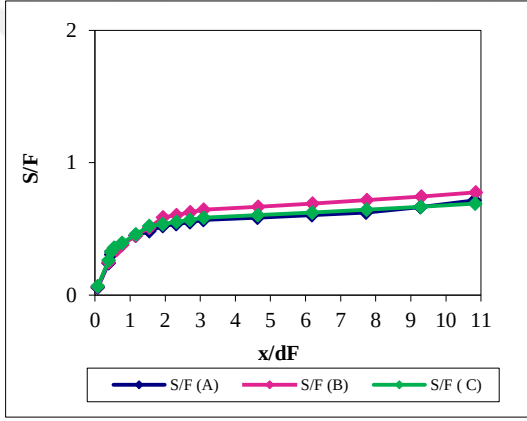
Gerçekleştiren sıcak su deşarjları deliğin açısı $\theta=60^\circ$ için boyutsuz x/dF yatay uzaklığına, H bağlı olarak jet merkezlerindeki yatay seyrelme değişimi Şekil 4.57’de görülmektedir. Aynı zamanda x/dF yatay uzaklığına bağlı olarak jet merkezlerindeki yatay seyrelme değişimi Tablo 4.241 ila 4.245’te sayısal olarak verilmiştir.



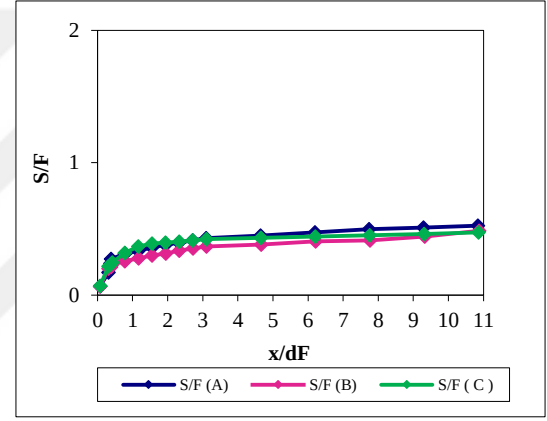
a. H=50cm



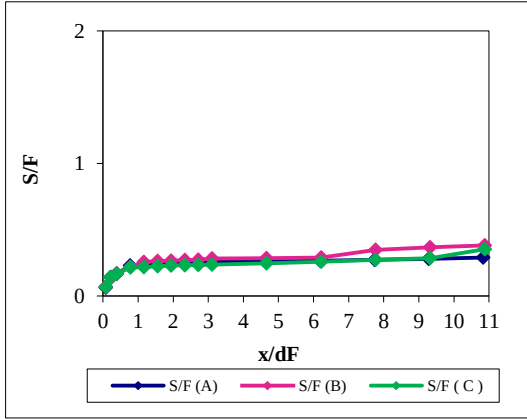
b. H=20cm



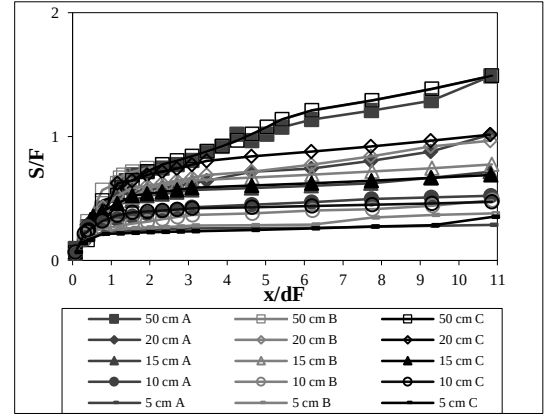
c. H=15cm



d. H=10cm



e. H=5cm



f. H değerlerine göre karşılaştırma

Şekil 4.57: $\theta=60^\circ$ için azalan H değerlerine göre sıcak su deşarjında jet merkez eksenı boyunca yatay seyrelme değışimi.

Tablo 4.241: $\theta=60^\circ$ için, H=50cm derinliğinde sıcak su deşarjı jet merkez eksenini boyunca yatay seyrelme değişimi çarpma noktaları işaretlenmiştir).

x/dF (A)	S (A)	S/F (A)	x/dF (B)	S (B)	S/F (B)	x/dF (C)	S (C)	S/F (C)
0,0774	2,51	0,0972	0,0774	1,56	0,0605	0,0775	1,67	0,0648
0,3870	7,04	0,2725	0,3870	8,20	0,3172	0,3877	4,27	0,1657
0,7739	10,87	0,4206	0,7739	14,71	0,5691	0,7754	12,50	0,4846
1,1609	15,15	0,5863	1,1609	16,13	0,6242	1,1631	13,51	0,5239
1,2383	16,13	0,6242	1,2383	17,24	0,6672	1,2406	14,29	0,5538
1,3931	16,67	0,6450	1,3157	17,86	0,6910	1,2794	15,15	0,5874
1,5479	17,86	0,6910	1,5479	18,52	0,7166	1,5508	16,67	0,6462
1,9349	18,52	0,7166	1,9349	19,23	0,7442	1,9385	18,52	0,7180
2,3218	19,23	0,7442	2,3218	20,00	0,7739	2,3262	20,00	0,7754
2,7088	20,00	0,7739	2,7088	20,83	0,8062	2,7139	20,83	0,8077
3,0958	20,83	0,8062	3,0958	21,74	0,8412	3,1016	21,74	0,8428
3,4828	22,73	0,8795	3,4828	22,73	0,8795	3,4893	22,73	0,8811
3,8697	23,81	0,9214	3,8697	23,81	0,9214	3,8769	23,81	0,9231
4,2567	26,32	1,0184	4,2567	25,00	0,9674	4,2646	25,00	0,9692
4,6437	25,00	0,9674	4,6437	26,32	1,0184	4,6523	26,32	1,0202
5,0307	26,32	1,0184	5,0307	27,78	1,0749	5,0400	27,78	1,0769
5,4176	27,78	1,0749	5,4176	29,41	1,1382	5,4277	29,41	1,1403
6,1916	29,41	1,1382	6,1916	31,25	1,2093	6,2031	31,25	1,2115
7,7395	31,25	1,2093	7,7395	33,33	1,2899	7,7539	33,33	1,2923
9,2874	33,33	1,2899	9,2874	35,71	1,3821	9,3047	35,71	1,3846
10,8353	38,46	1,4884	10,8353	38,46	1,4884	10,8555	38,46	1,4911

Tablo 4.242: $\theta=60^\circ$ için, H=20cm derinliğinde sıcak su deşarjı jet merkez eksenini boyunca yatay seyrelme değişimi çarpma noktaları işaretlenmiştir).

x/dF (A)	S (A)	S/F (A)	x/dF (B)	S (B)	S/F (B)	x/dF (C)	S (C)	S/F (C)
0,0773	2,02	0,0782	0,0773	1,74	0,0671	0,0773	1,89	0,0732
0,3863	6,58	0,2541	0,3863	6,94	0,2682	0,3863	7,46	0,2882
0,7725	9,62	0,3714	0,7725	10,20	0,3941	0,7725	9,43	0,3644
0,8034	10,87	0,4198	0,7880	11,11	0,4292	0,8266	10,20	0,3941
1,1588	13,51	0,5220	1,1588	13,51	0,5220	1,1588	16,13	0,6230
1,5450	14,29	0,5518	1,5450	15,15	0,5852	1,5450	16,67	0,6438
1,9313	14,71	0,5680	1,9313	15,63	0,6035	1,9313	17,86	0,6897
2,3175	15,15	0,5852	2,3175	16,13	0,6230	2,3175	18,52	0,7153
2,7038	15,63	0,6035	2,7038	16,67	0,6438	2,7038	19,23	0,7428
3,0900	16,13	0,6230	3,0900	17,24	0,6660	3,0900	20,00	0,7725
3,4763	16,67	0,6438	3,4763	17,86	0,6897	3,4763	20,83	0,8047
4,6350	18,52	0,7153	4,6350	18,52	0,7153	4,6350	21,74	0,8397
6,1800	19,23	0,7428	6,1800	20,00	0,7725	6,1800	22,73	0,8778
7,7250	20,83	0,8047	7,7250	21,74	0,8397	7,7250	23,81	0,9196
9,2700	22,73	0,8778	9,2700	23,81	0,9196	9,2700	25,00	0,9656
10,8150	26,32	1,0165	10,8150	25,00	0,9656	10,8150	26,32	1,0165

Tablo 4.243: $\theta=60^\circ$ için, $H=15\text{cm}$ derinliğinde sıcak su deşarjı jet merkez eksenı boyunca yatay seyrelme değışimi çarpma noktaları işaretlenmiştir).

x/dF (A)	S (A)	S/F (A)	x/dF (B)	S (B)	S/F (B)	x/dF (C)	S (C)	S/F (C)
0,0773	1,49	0,0576	0,0775	1,71	0,0662	0,0774	1,77	0,0684
0,3863	6,25	0,2414	0,3877	6,41	0,2485	0,3870	6,85	0,2651
0,4635	7,94	0,3065	0,4652	8,47	0,3286	0,4644	8,47	0,3279
0,5794	9,09	0,3511	0,6203	8,77	0,3401	0,5418	9,26	0,3583
0,7725	10,00	0,3863	0,7754	9,80	0,3801	0,7739	10,20	0,3949
1,1588	11,63	0,4491	1,1631	11,63	0,4508	1,1609	11,90	0,4607
1,5450	12,50	0,4828	1,5508	13,16	0,5101	1,5479	13,51	0,5229
1,9313	13,51	0,5220	1,9385	15,15	0,5874	1,9349	13,89	0,5375
2,3175	13,89	0,5365	2,3262	15,63	0,6058	2,3218	14,29	0,5528
2,7038	14,29	0,5518	2,7139	16,13	0,6253	2,7088	14,71	0,5691
3,0900	14,71	0,5680	3,1016	16,67	0,6462	3,0958	15,15	0,5863
4,6350	15,15	0,5852	4,6523	17,24	0,6684	4,6437	15,63	0,6046
6,1800	15,63	0,6035	6,2031	17,86	0,6923	6,1916	16,13	0,6242
7,7250	16,13	0,6230	7,7539	18,52	0,7180	7,7395	16,67	0,6450
9,2700	17,24	0,6660	9,3047	19,23	0,7456	9,2874	17,24	0,6672
10,8150	18,52	0,7153	10,8555	20,00	0,7754	10,8353	17,86	0,6910

Tablo 4.244: $\theta=60^\circ$ için, $H=10\text{cm}$ derinliğinde sıcak su deşarjı jet merkez eksenı boyunca yatay seyrelme değışimi çarpma noktaları işaretlenmiştir).

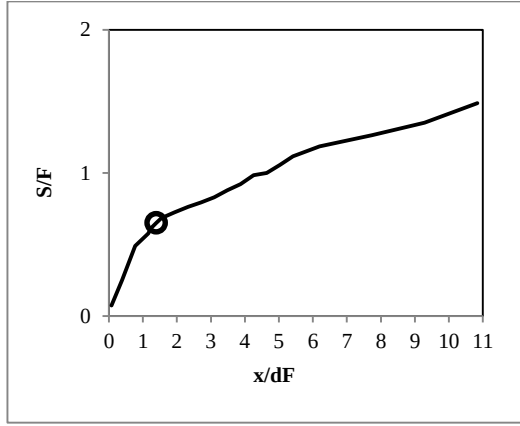
x/dF (A)	S (A)	S/F (A)	x/dF (B)	S (B)	S/F (B)	x/dF (C)	S (C)	S/F (C)
0,0774	1,75	0,0677	0,0777	1,68	0,0654	0,0775	1,77	0,0685
0,3096	4,39	0,1697	0,3107	5,15	0,2002	0,3102	5,62	0,2178
0,3638	6,17	0,2389	-	-	-	-	-	-
0,3870	7,04	0,2725	0,3884	5,43	0,2111	0,3877	6,02	0,2336
-	-	-	0,4039	5,81	0,2258	0,4187	6,33	0,2454
0,7739	8,06	0,3121	0,7768	6,58	0,2555	0,7754	8,20	0,3178
1,1609	8,62	0,3336	1,1652	7,14	0,2774	1,1631	9,43	0,3657
1,5479	9,26	0,3583	1,5537	7,69	0,2988	1,5508	10,00	0,3877
1,9349	9,80	0,3794	1,9421	8,06	0,3132	1,9385	10,20	0,3956
2,3218	10,20	0,3949	2,3305	8,62	0,3348	2,3262	10,42	0,4038
2,7088	10,64	0,4117	2,7189	9,09	0,3531	2,7139	10,64	0,4124
3,0958	11,11	0,4300	3,1073	9,43	0,3664	3,1016	10,87	0,4214
4,6437	11,63	0,4500	4,6610	9,80	0,3808	4,6523	11,11	0,4308
6,1916	12,20	0,4719	6,2146	10,42	0,4046	6,2031	11,36	0,4406
7,7395	12,82	0,4961	7,7683	10,64	0,4132	7,7539	11,63	0,4508
9,2874	13,16	0,5092	9,3219	11,36	0,4414	9,3047	11,90	0,4615
10,8353	13,51	0,5229	10,8756	12,50	0,4855	10,8555	12,20	0,4728

Tablo 4.245: $\theta=60^\circ$ için, $H=5\text{cm}$ derinliğinde sıcak su deşarjı jet merkez eksenı boyunca yatay seyrelme değışimi çarpma noktaları işaretlenmiştir).

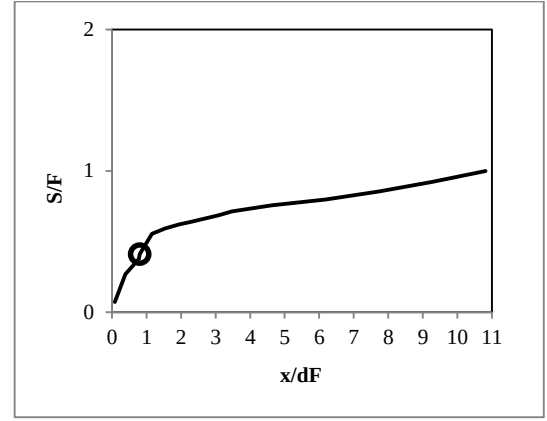
x/dF (A)	S (A)	S/F (A)	x/dF (B)	S (B)	S/F (B)	x/dF (C)	S (C)	S/F (C)
0,0774	1,64	0,0634	0,0777	1,81	0,0704	0,0777	1,73	0,0672
0,2244	3,65	0,1412	0,2408	3,62	0,1407	0,2097	3,60	0,1397
0,3870	4,31	0,1668	0,3884	4,42	0,1719	0,3884	4,27	0,1660
0,7739	5,95	0,2303	0,7768	5,68	0,2207	0,7768	5,56	0,2158
1,1609	6,17	0,2389	1,1652	6,58	0,2555	1,1652	5,62	0,2182
1,5479	6,25	0,2419	1,5537	6,76	0,2624	1,5537	5,75	0,2232
1,9349	6,33	0,2449	1,9421	6,85	0,2660	1,9421	5,88	0,2285
2,3218	6,49	0,2513	2,3305	6,94	0,2697	2,3305	5,95	0,2312
2,7088	6,58	0,2546	2,7189	7,04	0,2735	2,7189	6,02	0,2340
3,0958	6,67	0,2580	3,1073	7,25	0,2815	3,1073	6,10	0,2368
4,6437	6,76	0,2615	4,6610	7,35	0,2856	4,6610	6,33	0,2458
6,1916	6,85	0,2651	6,2146	7,46	0,2899	6,2146	6,67	0,2589
7,7395	7,04	0,2725	7,7683	8,93	0,3468	7,7683	7,04	0,2735
9,2874	7,25	0,2804	9,3219	9,43	0,3664	9,3219	7,35	0,2856
10,8353	7,46	0,2888	10,8756	9,80	0,3808	10,8756	9,09	0,3531

4.5.2.6. $\theta=60^\circ$ için Sıcak Su Deşarjında Jet Merkez eksenı Boyunca Ortalama Yatay Seyrelme Değişimi

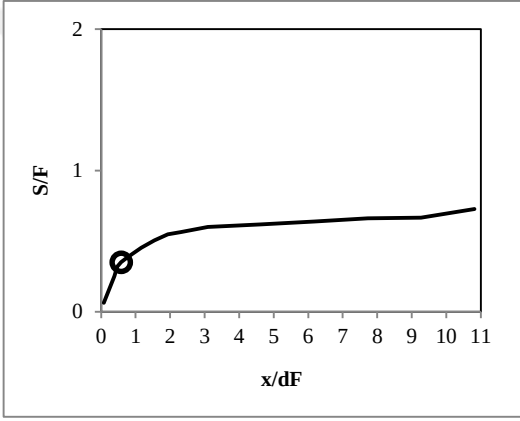
Gerçekleştiren sıcak su deşarjlarının deliğın açısı $\theta=60^\circ$ için x/dF yatay uzaklığına, H değerlerine bağılı olarak jet merkezlerindeki ortalama yatay seyrelme değışimleri Şekil 4.58’de görölmektedir. Yatay seyrelme değışimlerinin veri setleri Tablo 4.246 ila 4.250’de sayısal olarak verilmiştir. Şekil 4.58’den de göröleceğı üzere, derinliğin sığlaşması ile birlikte, çarpma noktası öncesinde ve sonrasında derinlik azaldıkça jet merkez eksenindeki yatay seyrelme değeri de en serbest hale ($H=50\text{cm}$) göre ve daha derindeki deneysel sonuçlara göre daha küçük değeri almaktadırlar. Sığlaşmanın sadece çarpma noktasında değıl çarpma öncesinde ve sonrasında jet içi ve yoğunluk akıntısı içi yatay seyrilmeleri küçük değeri doğru kaydırđı belirlenmiştir.



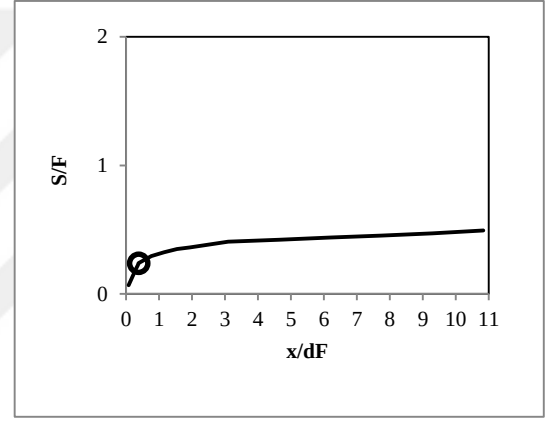
a. H=50cm



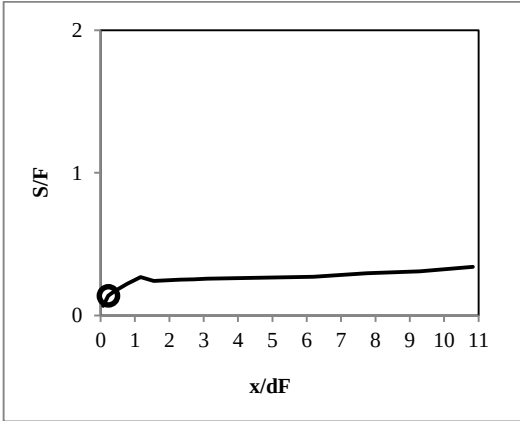
b. H=20cm



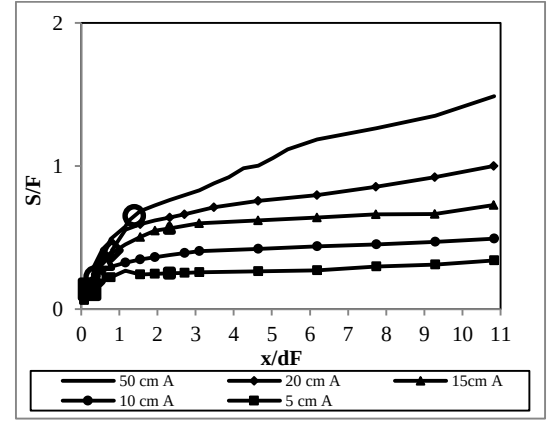
c. H=15cm



d. H=10cm



e. H=5cm



f. H değerlerine göre karşılaştırma

Şekil 4.58: $\theta=60^\circ$ için azalan H değerlerine göre sıcak su deşarjında jet merkez eksenı boyunca ortalama yatay seyrelme değışimi (çarpma noktaları işaretlenmiştir).

Tablo 4.246: $\theta=60^\circ$ için, H=50cm derinliğinde sıcak su deşarjı jet merkez eksenı boyunca ortalama yatay seyrelme değışimi çarpma noktaları işaretlenmiştir).

x/dF (A)	S/F (A)	S/F (B)	S/F (C)	Ort S/F	x/dF (A)	S/F (A)	S/F (B)	S/F (C)	Ort S/F
0,0774	0,0972	0,0605	0,0648	0,0742	3,4828	0,8795	0,8795	0,8805	0,8798
0,3870	0,2725	0,3172	0,1651	0,2516	3,8697	0,9214	0,9214	0,9223	0,9217
0,7739	0,4206	0,5691	0,4845	0,4914	4,2567	1,0184	0,9674	0,9683	0,9847
1,1609	0,5863	0,6242	0,5231	0,5779	4,6437	0,9674	1,0184	1,0191	1,0016
1,2383	0,6242	0,6672	0,5530	0,6148	5,0307	1,0184	1,0749	1,0756	1,0563
1,3931	0,6450	0,6996	0,6120	0,6522	5,4176	1,0749	1,1382	1,1386	1,1172
1,5479	0,6910	0,7166	0,6455	0,6844	6,1916	1,1382	1,2093	1,2105	1,1860
1,9349	0,7166	0,7442	0,7173	0,7260	7,7395	1,2093	1,2899	1,2916	1,2636
2,3218	0,7442	0,7739	0,7747	0,7643	9,2874	1,2899	1,3821	1,3836	1,3519
2,7088	0,7739	0,8062	0,8073	0,7958	10,8353	1,4884	1,4884	1,4897	1,4888
3,0958	0,8062	0,8412	0,8423	0,8299	-	-	-	-	-

Tablo 4.247: $\theta=60^\circ$ için, H=20cm derinliğinde sıcak su deşarjı jet merkez eksenı boyunca ortalama yatay seyrelme değışimi çarpma noktaları işaretlenmiştir).

x/dF (A)	S/F (A)	S/F (B)	S/F (C)	Ort S/F	x/dF (A)	S/F (A)	S/F (B)	S/F (C)	Ort S/F
0,0773	0,0782	0,0671	0,0732	0,0728	2,7038	0,6035	0,6438	0,7428	0,6634
0,3863	0,2541	0,2682	0,2882	0,2702	3,0900	0,6230	0,6660	0,7725	0,6871
0,7725	0,3714	0,3941	0,3644	0,3766	3,4763	0,6438	0,6897	0,8047	0,7127
0,8034	0,4198	0,4330	0,3814	0,4114	4,6350	0,7153	0,7153	0,8397	0,7567
1,1588	0,5220	0,5220	0,6230	0,5556	6,1800	0,7428	0,7725	0,8778	0,7977
1,5450	0,5518	0,5852	0,6438	0,5936	7,7250	0,8047	0,8397	0,9196	0,8547
1,9313	0,5680	0,6035	0,6897	0,6204	9,2700	0,8778	0,9196	0,9656	0,9210
2,3175	0,5852	0,6230	0,7153	0,6412	10,8150	1,0165	0,9656	1,0165	0,9995

Tablo 4.248: $\theta=60^\circ$ için, H=15cm derinliğinde sıcak su deşarjı jet merkez eksenı boyunca ortalama yatay seyrelme değışimi çarpma noktaları işaretlenmiştir).

x/dF (A)	S/F (A)	S/F (B)	S/F (C)	Ort S/F	x/dF (A)	S/F (A)	S/F (B)	S/F (C)	Ort S/F
0,0773	0,0576	0,0660	0,0683	0,0640	2,3175	0,5365	0,6054	0,5526	0,5648
0,3863	0,2414	0,2477	0,2646	0,2512	2,7038	0,5518	0,6248	0,5689	0,5818
0,4635	0,3065	0,3268	0,3272	0,3202	3,0900	0,5680	0,6455	0,5861	0,5999
0,5794	0,3511	0,3370	0,3642	0,3508	4,6350	0,5852	1,0934	0,6045	0,6193
0,7725	0,3863	0,3793	0,3946	0,3867	6,1800	0,6035	0,6920	0,6240	0,6398
1,1588	0,4491	0,4500	0,4603	0,4532	7,7250	0,6230	0,7175	0,6448	0,6617
1,5450	0,4828	0,5092	0,5225	0,5048	9,2700	0,6660	1,0626	0,6669	0,6651
1,9313	0,5220	0,5860	0,5373	0,5484	10,8150	0,7153	0,7746	0,6907	0,7269

Tablo 4.249: $\theta=60^\circ$ için, H=10cm derinliğinde sıcak su deşarjı jet merkez eksenini boyunca ortalama yatay seyrelme değişimi çarpma noktaları işaretlenmiştir).

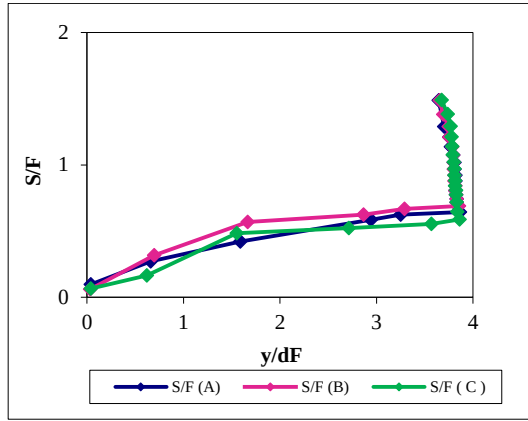
x/dF (A)	S/F (A)	S/F (B)	S/F (C)	Ort S/F	x/dF (A)	S/F (A)	S/F (B)	S/F (C)	Ort S/F
0,0774	0,0677	0,0652	0,0684	0,0671	2,3218	0,3949	0,3344	0,4038	0,3777
0,3096	0,1697	0,1995	0,2174	0,1956	2,7088	0,4117	0,3526	0,4123	0,3922
0,3638	0,2389	0,2076	0,2287	0,2251	3,0958	0,4300	0,3660	0,4213	0,4058
0,3870	0,2725	0,2109	0,2334	0,2389	4,6437	0,4500	0,3806	0,4307	0,4204
0,7739	0,3121	0,2553	0,3175	0,2950	6,1916	0,4719	0,4042	0,4405	0,4389
1,1609	0,3336	0,2772	0,3655	0,3254	7,7395	0,4961	0,4130	0,4507	0,4533
1,5479	0,3583	0,2985	0,3875	0,3481	9,2874	0,5092	0,4408	0,4614	0,4705
1,9349	0,3794	0,3130	0,3955	0,3626	10,8353	0,5229	0,4844	0,4727	0,4933

Tablo 4.250: $\theta=60^\circ$ için, H=5cm derinliğinde sıcak su deşarjı jet merkez eksenini boyunca ortalama yatay seyrelme değişimi çarpma noktaları işaretlenmiştir).

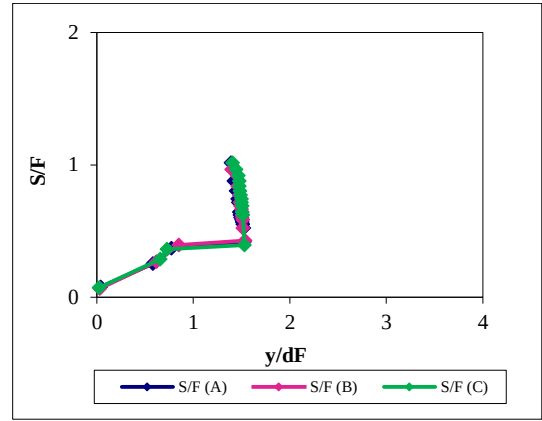
x/dF (A)	S/F (A)	S/F (B)	S/F (C)	Ort S/F	x/dF (A)	S/F (A)	S/F (B)	S/F (C)	Ort S/F
0,0774	0,0634	0,0702	0,0670	0,0669	2,7088	0,2546	0,2734	0,2339	0,2540
0,2244	0,1412	0,1337	0,1419	0,1389	3,0958	0,2580	0,2812	0,2368	0,2587
0,3870	0,1668	0,1716	0,1658	0,1680	4,6437	0,2615	0,2856	0,2457	0,2643
0,7739	0,2303	0,2203	0,2154	0,2220	6,1916	0,2651	0,2898	0,2587	0,2712
1,1609	0,2389	0,3497	0,2182	0,2689	7,7395	0,2725	0,3457	0,2733	0,2972
1,5479	0,2419	0,2623	0,2232	0,2424	9,2874	0,2804	0,3660	0,2853	0,3106
1,9349	0,2449	0,2660	0,2284	0,2464	10,8353	0,2888	0,3804	0,3514	0,3402
2,3218	0,2513	0,2696	0,2311	0,2507	-	-	-	-	-

4.5.2.7. $\theta=60^\circ$ için Sıcak Su Deşarjında Jet Merkez eksenini Boyunca Düşey Seyrelme Değişimi

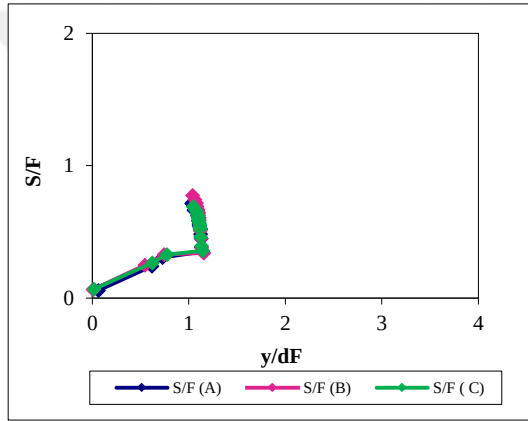
Gerçekleştiren sıcak su deşarjları deliğin açısı $\theta=60^\circ$ için boyutsuz y/dF düşey uzaklığına, H bağlı olarak jet merkezlerindeki düşey seyrelme değişimi Şekil 4.59'da görülmektedir aynı zamanda y/dF düşey uzaklığına bağlı olarak jet merkezlerindeki düşey seyrelme değişimi Tablo 4.251 ile 4.255'te sayısal olarak verilmiştir.



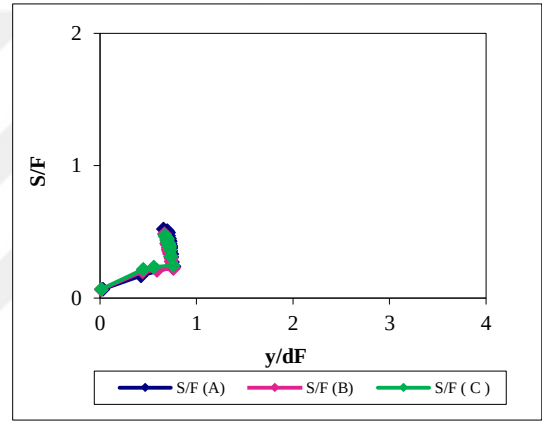
a. H=50cm



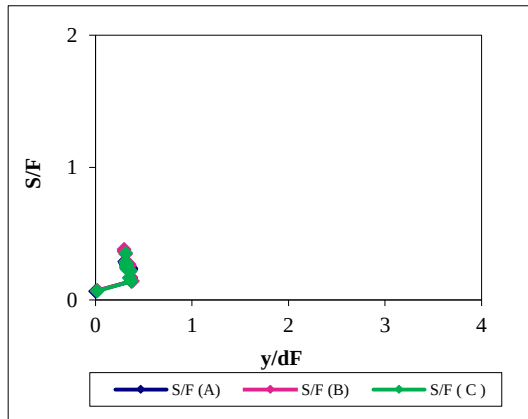
b. H=20cm



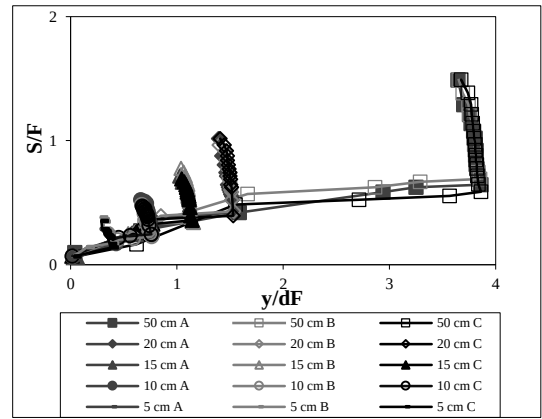
c. H=15cm



d. H=10cm



e. H=5cm



f. H değerlerine göre karşılaştırma

Şekil 4.59: $\theta=60^\circ$ için azalan H değerine bağlı olarak sıcak su deşarjı jet merkez eksenı boyunca düşey seyrelme değişimi.

Tablo 4.251: $\theta=60^\circ$ için, H=50cm derinliğinde sıcak su deşarjı jet merkez eksenini boyunca düşey seyrelme değişimi çarpma noktaları işaretlenmiştir).

y/dF (A)	S (A)	S/F (A)	y/dF (B)	S (B)	S/F (B)	y/dF (C)	S (C)	S/F (C)
0,0387	2,51	0,0972	0,0310	1,56	0,0605	0,0388	1,67	0,0648
0,6579	7,04	0,2725	0,6966	8,2	0,3172	0,6203	4,27	0,1657
1,5866	10,87	0,4206	1,6640	14,71	0,5691	1,5508	12,5	0,4846
2,9410	15,15	0,5863	2,8636	16,13	0,6242	2,7139	13,51	0,5239
3,2506	16,13	0,6242	3,2893	17,24	0,6672	3,5668	14,29	0,5538
3,8620	16,67	0,645	3,8543	17,86	0,691	3,8614	15,15	0,5874
3,8388	17,86	0,691	3,8310	18,52	0,7166	3,8382	16,67	0,6462
3,8310	18,52	0,7166	3,8310	19,23	0,7442	3,8304	18,52	0,718
3,8310	19,23	0,7442	3,8233	20	0,7739	3,8227	20	0,7754
3,8233	20	0,7739	3,8156	20,83	0,8062	3,8227	20,83	0,8077
3,8156	20,83	0,8062	3,8156	21,74	0,8412	3,8149	21,74	0,8428
3,8156	22,73	0,8795	3,8078	22,73	0,8795	3,8149	22,73	0,8811
3,8156	23,81	0,9214	3,8078	23,81	0,9214	3,8072	23,81	0,9231
3,8078	26,32	1,0184	3,8001	25	0,9674	3,8072	25	0,9692
3,8078	25	0,9674	3,8001	26,32	1,0184	3,7994	26,32	1,0202
3,8001	26,32	1,0184	3,7923	27,78	1,0749	3,7917	27,78	1,0769
3,7923	27,78	1,0749	3,7846	29,41	1,1382	3,7839	29,41	1,1403
3,7691	29,41	1,1382	3,7537	31,25	1,2093	3,7761	31,25	1,2115
3,7537	31,25	1,2093	3,7459	33,33	1,2899	3,7684	33,33	1,2923
3,6995	33,33	1,2899	3,6917	35,71	1,3821	3,7374	35,71	1,3846
3,6453	38,46	1,4884	3,6530	38,46	1,4884	3,6753	38,46	1,4911

Tablo 4.252: $\theta=60^\circ$ için, H=20cm derinliğinde sıcak su deşarjı jet merkez eksenini boyunca düşey seyrelme değişimi çarpma noktaları işaretlenmiştir).

y/dF (A)	S (A)	S/F (A)	y/dF (B)	S (B)	S/F (B)	y/dF (C)	S (C)	S/F (C)
0,0386	2,02	0,0782	0,0309	1,74	0,0671	0,0232	1,89	0,0732
0,5794	6,58	0,2541	0,6180	6,94	0,2682	0,6566	7,46	0,2882
0,7725	9,62	0,3714	0,8498	10,2	0,3941	0,7262	9,43	0,3644
1,5296	10,87	0,4198	1,5373	11,11	0,4292	1,5296	10,2	0,3941
1,5218	13,51	0,522	1,5141	13,51	0,522	1,5141	16,13	0,623
1,5141	14,29	0,5518	1,5141	15,15	0,5852	1,5064	16,67	0,6438
1,5064	14,71	0,568	1,5064	15,63	0,6035	1,5064	17,86	0,6897
1,4987	15,15	0,5852	1,5064	16,13	0,623	1,4987	18,52	0,7153
1,4909	15,63	0,6035	1,5064	16,67	0,6438	1,4987	19,23	0,7428
1,4832	16,13	0,623	1,4987	17,24	0,666	1,4909	20	0,7725
1,4755	16,67	0,6438	1,4909	17,86	0,6897	1,4832	20,83	0,8047
1,4678	18,52	0,7153	1,4832	18,52	0,7153	1,4755	21,74	0,8397
1,4600	19,23	0,7428	1,4755	20	0,7725	1,4755	22,73	0,8778
1,4446	20,83	0,8047	1,4600	21,74	0,8397	1,4678	23,81	0,9196
1,4214	22,73	0,8778	1,4523	23,81	0,9196	1,4446	25	0,9656
1,3905	26,32	1,0165	1,3982	25	0,9656	1,4060	26,32	1,0165

Tablo 4.253: $\theta=60^\circ$ için, H=15cm derinliğinde sıcak su deşarjı jet merkez eksenı boyunca düşey seyrelme değışimi çarpma noktaları işaretlenmiştir).

y/dF (A)	S (A)	S/F (A)	y/dF (B)	S (B)	S/F (B)	y/dF (C)	S (C)	S/F (C)
0,0618	1,49	0,0576	0,0078	1,71	0,0662	0,0155	1,77	0,0684
0,6180	6,25	0,2414	0,5428	6,41	0,2485	0,6192	6,85	0,2651
0,7262	7,94	0,3065	0,7444	8,47	0,3286	0,7739	8,47	0,3279
1,1433	9,09	0,3511	1,1553	8,77	0,3401	1,1454	9,26	0,3583
1,1279	10	0,3863	1,1321	9,8	0,3801	1,1300	10,2	0,3949
1,1279	11,63	0,4491	1,1243	11,63	0,4508	1,1222	11,9	0,4607
1,1201	12,5	0,4828	1,1166	13,16	0,5101	1,1145	13,51	0,5229
1,1201	13,51	0,522	1,1088	15,15	0,5874	1,1145	13,89	0,5375
1,1124	13,89	0,5365	1,1088	15,63	0,6058	1,1145	14,29	0,5528
1,1047	14,29	0,5518	1,1011	16,13	0,6253	1,1067	14,71	0,5691
1,1047	14,71	0,568	1,1011	16,67	0,6462	1,0990	15,15	0,5863
1,0970	15,15	0,5852	1,0933	17,24	0,6684	1,0990	15,63	0,6046
1,0970	15,63	0,6035	1,0855	17,86	0,6923	1,0913	16,13	0,6242
1,0892	16,13	0,623	1,0778	18,52	0,718	1,0835	16,67	0,645
1,0506	17,24	0,666	1,0623	19,23	0,7456	1,0680	17,24	0,6672
1,0274	18,52	0,7153	1,0390	20	0,7754	1,0448	17,86	0,691

Tablo 4.254: $\theta=60^\circ$ için, H=10cm derinliğinde sıcak su deşarjı jet merkez eksenı boyunca düşey seyrelme değışimi çarpma noktaları işaretlenmiştir).

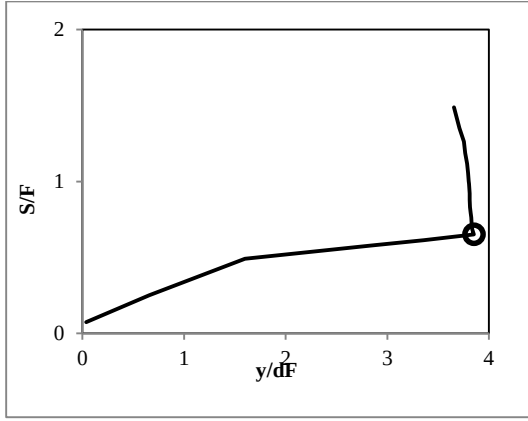
y/dF (A)	S (A)	S/F (A)	y/dF (B)	S (B)	S/F (B)	y/dF (C)	S (C)	S/F (C)
0,0310	1,75	0,0677	0,0155	1,68	0,0654	0,0155	1,77	0,0685
0,4257	4,39	0,1697	0,4428	5,15	0,2002	0,4497	5,62	0,2178
0,7662	6,17	0,2389	-	-	-	-	-	-
0,7507	7,04	0,2725	0,5904	5,43	0,2111	0,5583	6,02	0,2336
-	-	-	0,7613	5,81	0,2258	0,7599	6,33	0,2454
0,7430	8,06	0,3121	0,7458	6,58	0,2555	0,7366	8,2	0,3178
0,7430	8,62	0,3336	0,7380	7,14	0,2774	0,7289	9,43	0,3657
0,7353	9,26	0,3583	0,7380	7,69	0,2988	0,7211	10	0,3877
0,7353	9,8	0,3794	0,7302	8,06	0,3132	0,7211	10,2	0,3956
0,7353	10,2	0,3949	0,7224	8,62	0,3348	0,7134	10,42	0,4038
0,7275	10,64	0,4117	0,7147	9,09	0,3531	0,7134	10,64	0,4124
0,7275	11,11	0,43	0,7069	9,43	0,3664	0,7056	10,87	0,4214
0,7198	11,63	0,45	0,7069	9,8	0,3808	0,6979	11,11	0,4308
0,7120	12,2	0,4719	0,6991	10,42	0,4046	0,6901	11,36	0,4406
0,7120	12,82	0,4961	0,6914	10,64	0,4132	0,6979	11,63	0,4508
0,6966	13,16	0,5092	0,6991	11,36	0,4414	0,6823	11,9	0,4615
0,6579	13,51	0,5229	0,6681	12,5	0,4855	0,6746	12,2	0,4728

Tablo 4.255: $\theta=60^\circ$ için, $H=5\text{cm}$ derinliğinde sıcak su deşarjı jet merkez eksenı boyunca düşey seyrelme değışimi çarpma noktaları işaretlenmiştir).

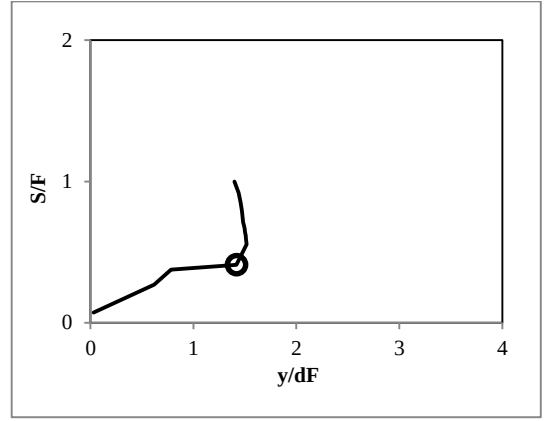
y/dF (A)	S (A)	S/F (A)	y/dF (B)	S (B)	S/F (B)	y/dF (C)	S (C)	S/F (C)
0,0000	1,64	0,0634	0,0155	1,81	0,0704	0,0155	1,73	0,0672
0,3715	3,65	0,1412	0,3806	3,62	0,1407	0,3729	3,6	0,1397
0,3638	4,31	0,1668	0,3651	4,42	0,1719	0,3496	4,27	0,166
0,3638	5,95	0,2303	0,3573	5,68	0,2207	0,3573	5,56	0,2158
0,3638	6,17	0,2389	0,3496	6,58	0,2555	0,3573	5,62	0,2182
0,3483	6,25	0,2419	0,3496	6,76	0,2624	0,3418	5,75	0,2232
0,3483	6,33	0,2449	0,3418	6,85	0,266	0,3340	5,88	0,2285
0,3483	6,49	0,2513	0,3418	6,94	0,2697	0,3340	5,95	0,2312
0,3328	6,58	0,2546	0,3340	7,04	0,2735	0,3263	6,02	0,234
0,3328	6,67	0,258	0,3263	7,25	0,2815	0,3263	6,1	0,2368
0,3251	6,76	0,2615	0,3185	7,35	0,2856	0,3185	6,33	0,2458
0,3173	6,85	0,2651	0,3185	7,46	0,2899	0,3185	6,67	0,2589
0,3173	7,04	0,2725	0,3107	8,93	0,3468	0,3185	7,04	0,2735
0,3096	7,25	0,2804	0,2952	9,43	0,3664	0,3107	7,35	0,2856
0,3018	7,46	0,2888	0,2952	9,8	0,3808	0,3107	9,09	0,3531

4.5.2.8. $\theta=60^\circ$ için Sıcak Su Deşarjında Jet Merkez eksenı Boyunca Ortalama Düşey Seyrelme Değişimi

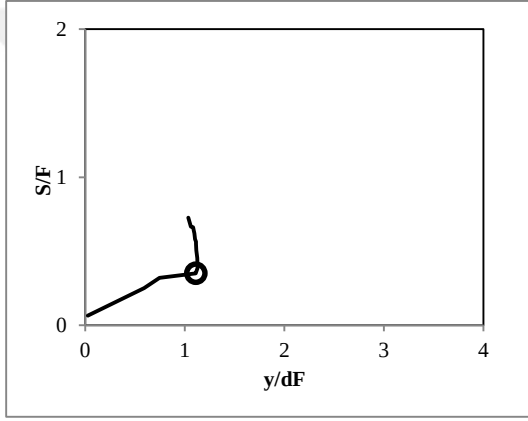
Gerçekleştiren sıcak su deşarjları deliğın açısı $\theta=60^\circ$ için y/dF düşey uzaklığına, H değerlerine bağılı olarak jet merkezlerindeki ortalama düşey seyrelme değışimleri Şekil 4.60'da görülmektedir. Düşey seyrelme değışimlerinin veri setleri Tablo 4.256 ile 4.260'da sayısal olarak verilmiştir. Şekil 4.60'dan de görüleceğı üzere, derinliğın sığlaşması ile birlikte, çarpma noktası öncesinde derinlik azaldıkça jet merkez eksenindeki düşey seyrelme değeri de en serbest hale ($H=50\text{cm}$) göre ve daha derindeki deneysel sonuçlara göre daha küçük değeri almaktadırlar. Sığlaşmanın sadece çarpma noktasında değıl çarpma öncesi jet içi seyrelmeyi küçük değeri doğru kaydırđığı belirlenmiştir.



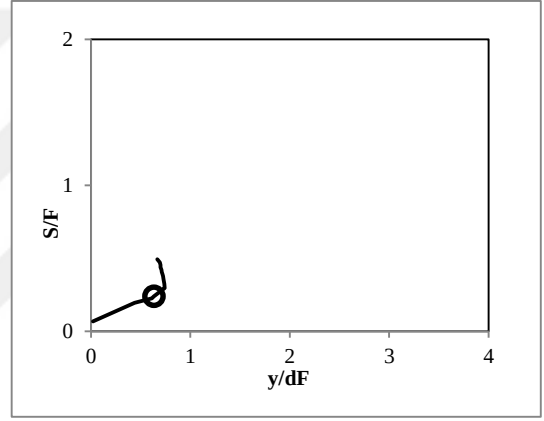
a. H=50cm



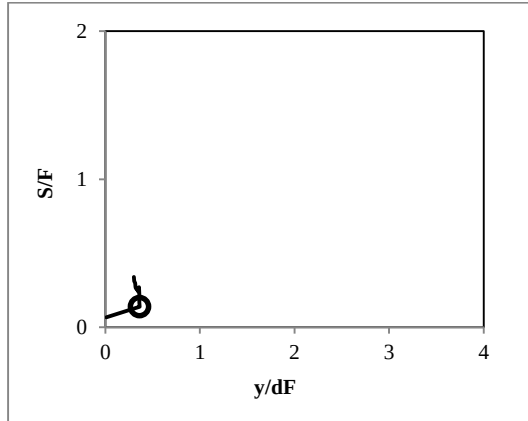
b. H=20cm



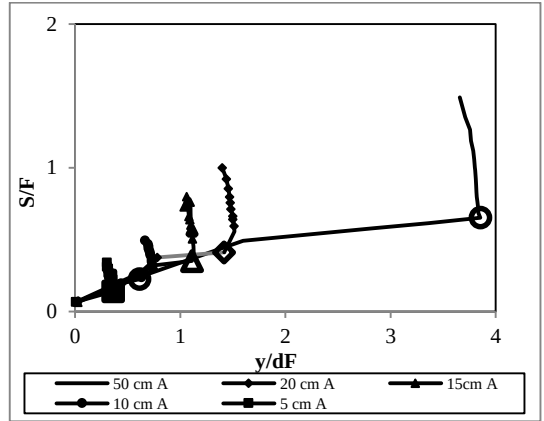
c. H=15cm



d. H=10cm



e. H=5cm



f. H değerlerine göre karşılaştırma

Şekil 4.60: $\theta=60^\circ$ için azalan H değerine bağlı olarak sıcak su deşarjı jet merkez eksenı boyunca ortalama düşey seyrelme değişimleri. (çarpma noktaları işaretlenmiştir).

Tablo 4.256: $\theta=60^\circ$ için, H=50cm derinliğinde sıcak su deşarjı jet merkez eksenı boyunca ortalama ortalama düşey seyrelme değışimleri çarpma noktaları işaretlenmiştir).

y/dF (A)	y/dF (B)	y/dF (C)	y/dF (Ort)	S/F (A)	S/F (B)	S/F (C)	S/F (Ort)
0,0387	0,0310	0,0385	0,0361	0,0972	0,0605	0,0648	0,0742
0,6579	0,6966	0,6186	0,6577	0,2725	0,3172	0,1651	0,2516
1,5866	1,6640	1,5465	1,5990	0,4206	0,5691	0,4845	0,4914
2,9410	2,8636	2,6901	2,8316	0,5863	0,6242	0,5231	0,5779
3,2506	3,2893	3,5414	3,3604	0,6242	0,6672	0,5530	0,6148
3,8620	3,8465	3,8517	3,8534	0,6450	0,6996	0,6120	0,6522
3,8388	3,8310	3,8384	3,8361	0,6910	0,7166	0,6455	0,6844
3,8310	3,8310	3,8305	3,8309	0,7166	0,7442	0,7173	0,7260
3,8310	3,8233	3,8228	3,8257	0,7442	0,7739	0,7747	0,7643
3,8233	3,8156	3,8227	3,8205	0,7739	0,8062	0,8073	0,7958
3,8156	3,8156	3,8150	3,8154	0,8062	0,8412	0,8423	0,8299
3,8156	3,8078	3,8149	3,8128	0,8795	0,8795	0,8805	0,8798
3,8156	3,8078	3,8073	3,8102	0,9214	0,9214	0,9223	0,9217
3,8078	3,8001	3,8072	3,8050	1,0184	0,9674	0,9683	0,9847
3,8078	3,8001	3,7996	3,8025	0,9674	1,0184	1,0191	1,0016
3,8001	3,7923	3,7918	3,7948	1,0184	1,0749	1,0756	1,0563
3,7923	3,7846	3,7841	3,7870	1,0749	1,1382	1,1386	1,1172
3,7691	3,7537	3,7763	3,7663	1,1382	1,2093	1,2105	1,1860
3,7537	3,7459	3,7685	3,7560	1,2093	1,2899	1,2916	1,2636
3,6995	3,6917	3,7377	3,7096	1,2899	1,3821	1,3836	1,3519
3,6453	3,6530	3,6762	3,6582	1,4884	1,4884	1,4897	1,4888

Tablo 4.257: $\theta=60^\circ$ için, H=20cm derinliğinde sıcak su deşarjı jet merkez eksenı boyunca ortalama ortalama düşey seyrelme değışimleri çarpma noktaları işaretlenmiştir).

y/dF (A)	y/dF (B)	y/dF (C)	y/dF (Ort)	S/F (A)	S/F (B)	S/F (C)	S/F (Ort)
0,0386	0,0309	0,0232	0,0309	0,0782	0,0671	0,0732	0,0728
0,5794	0,6180	0,6566	0,6180	0,2541	0,2682	0,2882	0,2702
0,7725	0,8498	0,7262	0,7828	0,3714	0,3941	0,3644	0,3766
1,5296	1,5363	1,1852	1,4170	0,4198	0,4330	0,3814	0,4114
1,5218	1,5141	1,5141	1,5167	0,5220	0,5220	0,6230	0,5556
1,5141	1,5141	1,5064	1,5115	0,5518	0,5852	0,6438	0,5936
1,5064	1,5064	1,5064	1,5064	0,5680	0,6035	0,6897	0,6204
1,4987	1,5064	1,4987	1,5012	0,5852	0,6230	0,7153	0,6412
1,4909	1,5064	1,4987	1,4987	0,6035	0,6438	0,7428	0,6634
1,4832	1,4987	1,4909	1,4909	0,6230	0,6660	0,7725	0,6871
1,4755	1,4909	1,4832	1,4832	0,6438	0,6897	0,8047	0,7127
1,4678	1,4832	1,4755	1,4755	0,7153	0,7153	0,8397	0,7567
1,4600	1,4755	1,4755	1,4703	0,7428	0,7725	0,8778	0,7977
1,4446	1,4600	1,4678	1,4575	0,8047	0,8397	0,9196	0,8547
1,4214	1,4523	1,4446	1,4394	0,8778	0,9196	0,9656	0,9210
1,3905	1,3982	1,4060	1,3982	1,0165	0,9656	1,0165	0,9995

Tablo 4.258: $\theta=60^\circ$ için, H=15cm derinliğinde sıcak su deşarjı jet merkez eksenı boyunca ortalama ortalama düşey seyrelme değışimleri çarpma noktaları işaretlenmiştir).

y/dF (A)	y/dF (B)	y/dF (C)	y/dF (Ort)	S/F (A)	S/F (B)	S/F (C)	S/F (Ort)
0,0618	0,0073	0,0152	0,0281	0,0576	0,0660	0,0683	0,0640
0,6180	0,5403	0,6177	0,5920	0,2414	0,2477	0,2646	0,2512
0,7262	0,7399	0,7722	0,7461	0,3065	0,3268	0,3272	0,3202
1,1433	1,0469	1,1429	1,1110	0,3511	0,3370	0,3642	0,3508
1,1279	1,1325	1,1301	1,1301	0,3863	0,3793	0,3946	0,3867
1,1279	1,1244	1,1223	1,1248	0,4491	0,4500	0,4603	0,4532
1,1201	1,1167	1,1145	1,1171	0,4828	0,5092	0,5225	0,5048
1,1201	1,1090	1,1145	1,1145	0,5220	0,5860	0,5373	0,5484
1,1124	1,1088	1,1145	1,1119	0,5365	0,6054	0,5526	0,5648
1,1047	1,1013	1,1068	1,1043	0,5518	0,6248	0,5689	0,5818
1,1047	1,1011	1,0991	1,1016	0,5680	0,6455	0,5861	0,5999
1,0970	1,0934	1,0990	1,0964	0,5852	1,0934	0,6045	0,6193
1,0970	1,0857	1,0913	1,0913	0,6035	0,6920	0,6240	0,6398
1,0892	1,0779	1,0836	1,0836	0,6230	0,7175	0,6448	0,6617
1,0506	1,0626	1,0682	1,0605	0,6660	1,0626	0,6669	0,6651
1,0274	1,0396	1,0451	1,0374	0,7153	0,7746	0,6907	0,7269

Tablo 4.259: $\theta=60^\circ$ için, H=10cm derinliğinde sıcak su deşarjı jet merkez eksenı boyunca ortalama ortalama düşey seyrelme değışimleri çarpma noktaları işaretlenmiştir).

y/dF (A)	y/dF (B)	y/dF (C)	y/dF (Ort)	S/F (A)	S/F (B)	S/F (C)	S/F (Ort)
0,0310	0,0150	0,0152	0,0204	0,0677	0,0652	0,0684	0,0671
0,4257	0,4407	0,4487	0,4383	0,1697	0,1995	0,2174	0,1956
0,7662	0,5435	0,5248	0,6115	0,2389	0,2076	0,2287	0,2251
0,7507	0,5877	0,5573	0,6319	0,2725	0,2109	0,2334	0,2389
0,7430	0,7459	0,7367	0,7419	0,3121	0,2553	0,3175	0,2950
0,7430	0,7381	0,7289	0,7367	0,3336	0,2772	0,3655	0,3254
0,7353	0,7380	0,7212	0,7315	0,3583	0,2985	0,3875	0,3481
0,7353	0,7304	0,7211	0,7289	0,3794	0,3130	0,3955	0,3626
0,7353	0,7226	0,7134	0,7238	0,3949	0,3344	0,4038	0,3777
0,7275	0,7149	0,7134	0,7186	0,4117	0,3526	0,4123	0,3922
0,7275	0,7071	0,7057	0,7135	0,4300	0,3660	0,4213	0,4058
0,7198	0,7069	0,6979	0,7082	0,4500	0,3806	0,4307	0,4204
0,7120	0,6993	0,6902	0,7005	0,4719	0,4042	0,4405	0,4389
0,7120	0,6915	0,6978	0,7004	0,4961	0,4130	0,4507	0,4533
0,6966	0,6990	0,6825	0,6927	0,5092	0,4408	0,4614	0,4705
0,6579	0,6689	0,6747	0,6671	0,5229	0,4844	0,4727	0,4933

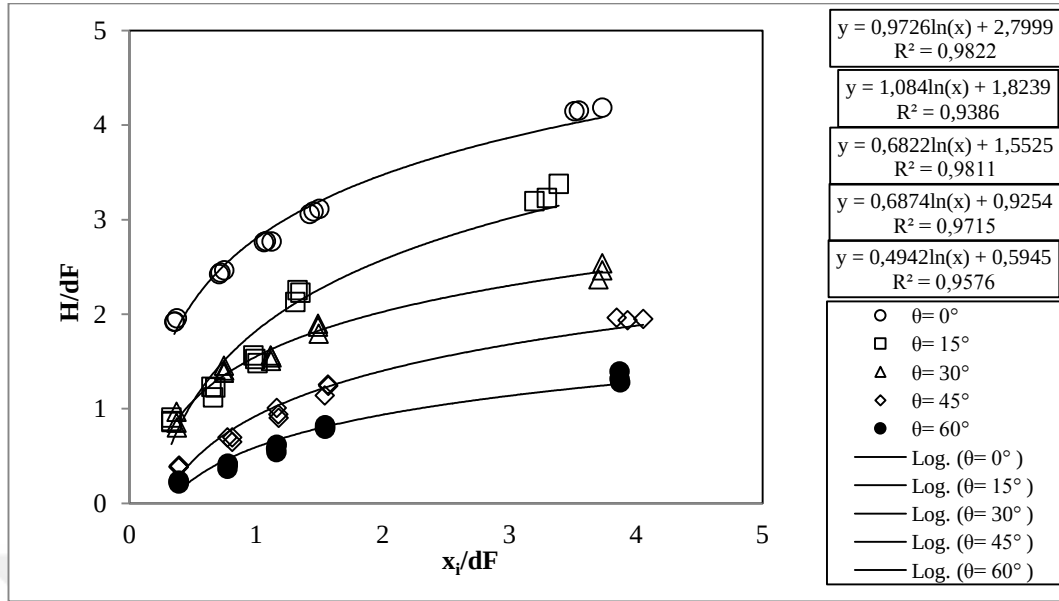
Tablo 4.260: $\theta=60^\circ$ için, $H=5\text{cm}$ derinliğinde sıcak su deşarjı jet merkez eksenı boyunca ortalama ortalama düşey seyrelme değışimleri çarpma noktaları işaretlenmiştir).

y/dF (A)	y/dF (B)	y/dF (C)	y/dF (Ort)	S/F (A)	S/F (B)	S/F (C)	S/F (Ort)
0,0000	0,0149	0,0148	0,0099	0,0634	0,0702	0,0670	0,0669
0,3715	0,3440	0,3710	0,3622	0,1412	0,1337	0,1419	0,1389
0,3638	0,3653	0,3498	0,3596	0,1668	0,1716	0,1658	0,1680
0,3638	0,3574	0,3573	0,3595	0,2303	0,2203	0,2154	0,2220
0,3638	0,3497	0,3573	0,3569	0,2389	0,3497	0,2182	0,2689
0,3483	0,3496	0,3420	0,3466	0,2419	0,2623	0,2232	0,2424
0,3483	0,3419	0,3342	0,3415	0,2449	0,2660	0,2284	0,2464
0,3483	0,3418	0,3340	0,3414	0,2513	0,2696	0,2311	0,2507
0,3328	0,3342	0,3265	0,3312	0,2546	0,2734	0,2339	0,2540
0,3328	0,3265	0,3263	0,3285	0,2580	0,2812	0,2368	0,2587
0,3251	0,3186	0,3186	0,3207	0,2615	0,2856	0,2457	0,2643
0,3173	0,3185	0,3185	0,3181	0,2651	0,2898	0,2587	0,2712
0,3173	0,3109	0,3185	0,3156	0,2725	0,3457	0,2733	0,2972
0,3096	0,2955	0,3109	0,3053	0,2804	0,3660	0,2853	0,3106
0,3018	0,2952	0,3107	0,3026	0,2888	0,3804	0,3514	0,3402

4.6. DEŞARJ AÇISINA GÖRE PARAMETRİK KARŞILAŞTIRMALAR

4.6.1. Deşarj açısına göre çarpma noktası yatay uzaklıklarının karşılaştırılması

Gerçekleştiren sıcak su deşarjları için deşarj deliği açıları $\theta=0^\circ$, 15° , 30° , 45° ve 60° için, H değerlerine bağılı olarak H/dF değeri küçüldükçe, jetin su yüzeyine çarpması daha erken, yani daha kısa yatay uzaklıkta gerçekleşti. Şekil 4.61’de görüldüğü üzere, H/dF değeri küçüldükçe x_i/dF değerleri de küçüldü. x_i/dF - H/dF ilişkileri karşılaştırıldığında, θ değerleri arttıkça, x_i/dF değerlerinin de küçüldüğü belirlendi. Her bir deşarj açısı için x_i/dF - H/dF ilişkileri incelendiğinde $y=a \cdot \ln(x)+b$ (yani, $H/dF=a \cdot \ln(x_i/dF)+b$) şeklindeki eğilim çizgisinin incelenen değer aralıkları içerisinde veri setleri ile uyumlu olduğu, korelasyon katsayılarının karelerinin, R^2 , 0,9386 ila 0,9822 aralığında değıştiğı tespit edildi.

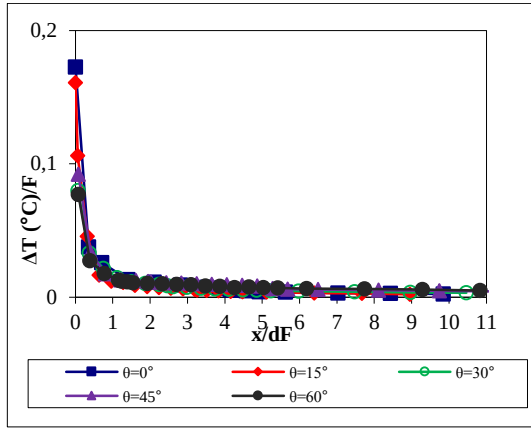


Şekil 4.61: Deşarj açılarının jetlerin su yüzeyine çarpma noktalarının yatay uzaklık değerlerinin (x_i/dF), derinlik (H/dF) değerlerine bağlı değişimleri.

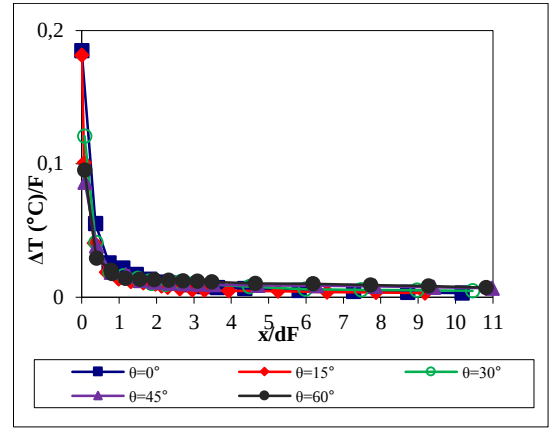
4.6.2. Deşarj Açısına Göre Jet İç Geometrisi Ve Boyuna Sıcaklık Dağılımlarının Karşılaştırılması

4.6.2.1. Deşarj açılarının bağlı olarak sıcak su deşarjında jet merkez eksenlerinin konumları ve boyuna sıcaklık dağılımları Karşılaştırılması

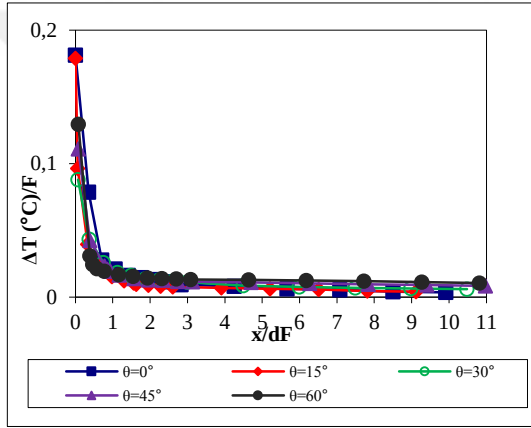
Gerçekleştiren sıcak su deşarjları deliğin açıları göre, H değerlerine bağlı olarak deneyleri sırasında jet merkez eksenine sıcaklık sensörleri konumlandırılması ile elde edilmiş olan jetlerinin merkez eksen boyuna sıcaklık dağılımları Şekil 4.62’de verilmiştir. Şekil 4.62’den de görüleceği üzere, tüm deneylerde normalize sıcaklık farklarının, $\Delta T/F$, x/dF eksenindeki değişimleri hızlı bir azalma şeklinde gerçekleşmiştir. Grafiklerde veriler birbirlerine çok yakın olduklarından, esas olarak x/dF - S/F ilişkilerinin incelenmesi ile yerel sıcaklık değişimleri açıklanmıştır.



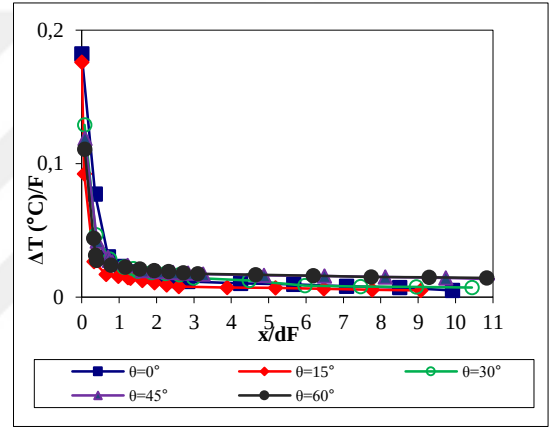
a. H=50cm



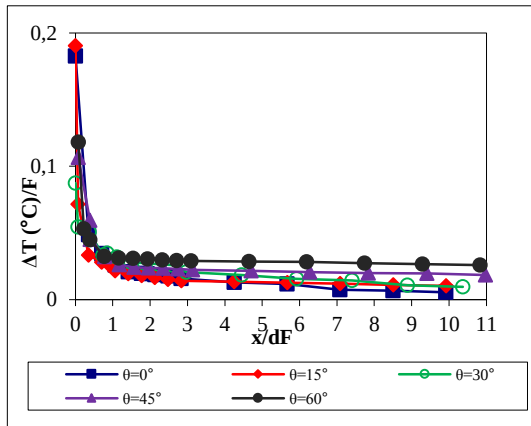
b. H=20cm



c. H=15cm



d. H=10cm

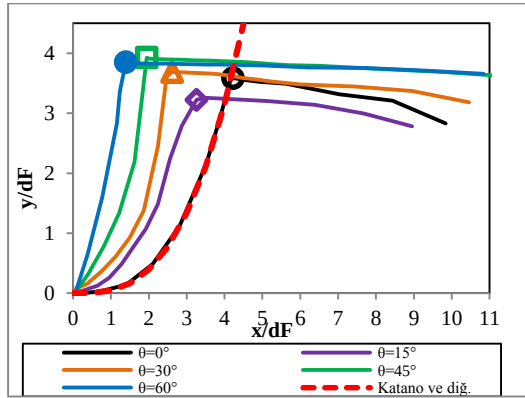


e. H=5cm

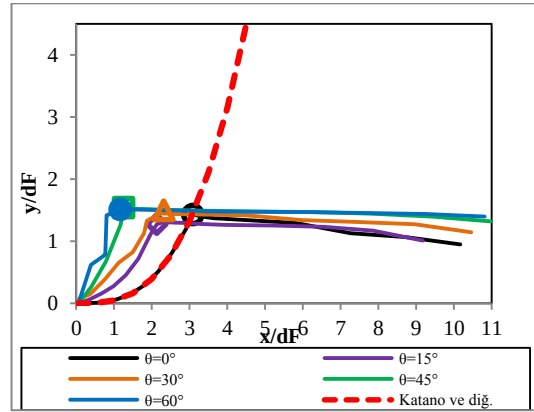
Şekil 4.62: Deşarj açılarına göre azalan H değerlerine göre sıcak su deşarjı jetlerinin merkez eksenleri boyunca yerel normalize sıcaklık farkı dağılımları.

4.6.2.2.Deşarj açısına göre Sıcak Su Deşarjında Ortalama Jet Merkez Eksenini Yörüngelerinin Karşılaştırılmasını

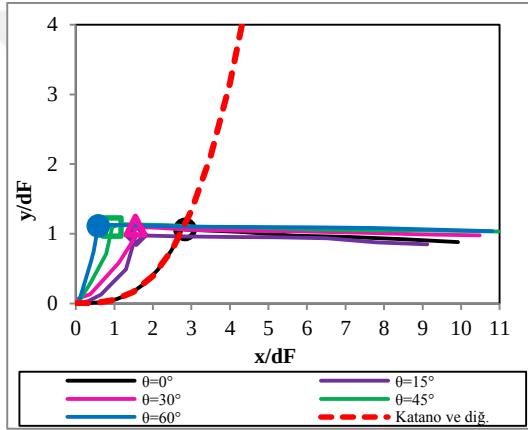
Gerçekleştirilen sıcak su deşarjları deliğin açıları göre, deşarj derinliği H' ye bağlı olarak sıcak su deşarjı deneylerinin normalize edilmiş jet merkez eksenini yörüngelerinin x/dF - y/dF olarak deneysel ölçüm noktalarının tüm deneyler için A serisi x/dF noktalarına enterpolasyon ile taşınmış ve deneylerin ortalamaları alınmış profilleri x/dF - y/dF olarak Şekil 4.63'te verilmiştir. Şekil 4.63'ten de görüldüğü gibi, jet merkez eksenleri, deşarj derinliklerinin azalmasına bağlı olarak, derinliklerin büyüklüğüyle doğru orantılı bir şekilde çarpma noktası derinlikleri ve yoğunluk akıntılarının içerisindeki merkez eksenlerin düşey konumları da azalmışlardır. Yoğunluk akıntısı içi merkez eksenleri, çarpma noktası sonrası yatay eksen boyunca hareket ederlerken, konumlarında aşağı yönlü hareket gözlenmiştir. Hidrolik sıçrama sonucu oluşan bu hareketin etkisinin derinliğin değeri azaldıkça, azaldığı, çarpma noktası sonrası merkez eksenin sığlaşma arttıkça yatay eksene göre paralelleştiği belirlenmiştir.



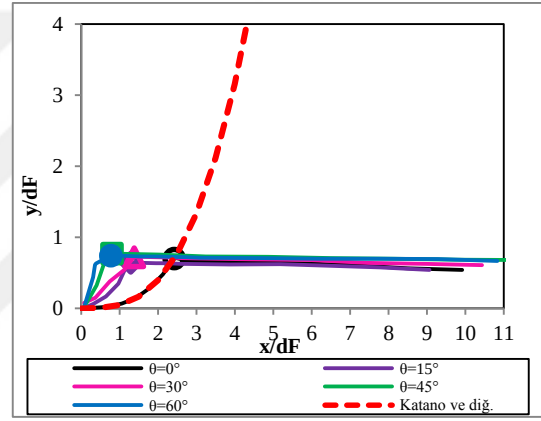
a. H=50cm



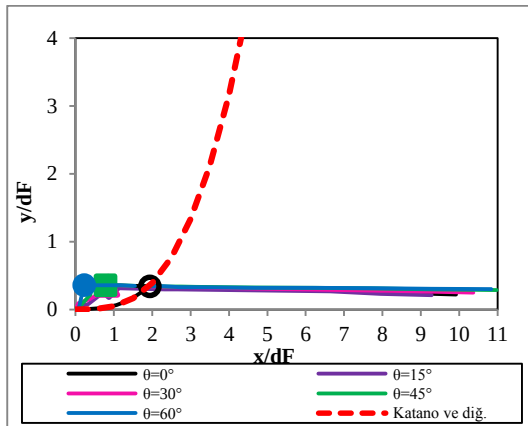
b. H=20cm



c. H=15cm



d. H=10cm

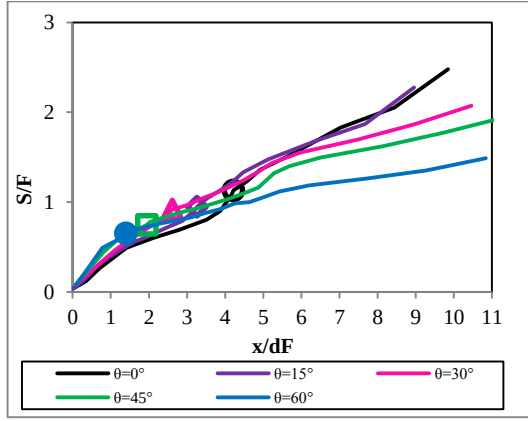


e. H=5cm

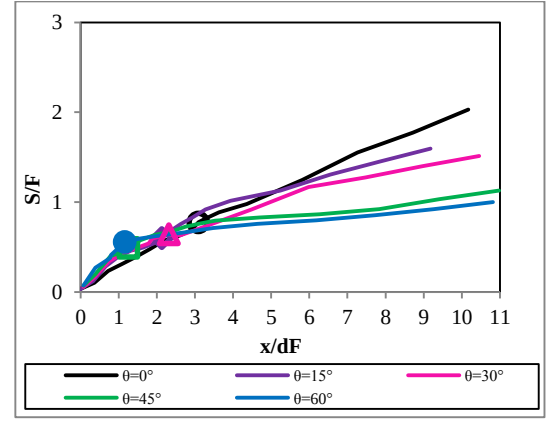
Şekil 4.63: Deşarj açısına göre H' ye bağlı olarak sıcak su deşarjında ortalama jet merkez eksen yörüngeleri Karşılaştırılması (çarpma noktaları işaretlenmiştir).

4.6.2.3. Deşarj açısına göre Sıcak Su Deşarjında Jet Merkezi Boyunca Ortalama Yatay Seyrelme Değişimlerinin karşılaştırılmasını

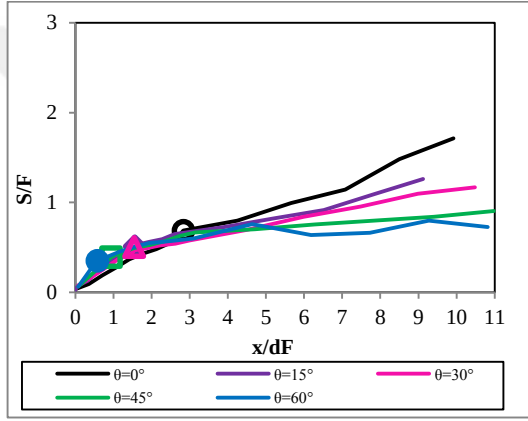
Gerçekleştirilen sıcak su deşarjları deliğin açılarını göre, x/dF yatay uzaklığına, H değerlerine bağlı olarak jet merkezlerindeki ortalama yatay seyrelme değişimleri Şekil 4.64'te görülmektedir. Şekil 4.64'ten de görüleceği üzere, derinliğin sığlaşması ile birlikte, çarpma noktası öncesinde ve sonrasında derinlik azaldıkça jet merkez eksenindeki yatay seyrelme değerleri de serbest hale ($H=50\text{cm}$) göre ve kendi aralarındaki derinlik karşılaştırmalarına bağlı olarak, daha derindeki deneysel sonuçlarına göre daha küçük değerler almaktadırlar. Sığlaşmanın sadece çarpma noktasında değil çarpma öncesinde ve sonrasında jet içi ve yoğunluk akıntısı içi yatay seyremleri küçük değerlere doğru kaydırıldığı belirlenmiştir. Diğer yandan, genel olarak birinci seyremlenin yatay dağılımlarında, aynı yatay uzaklıklarda yatayda en büyük seyremlerin olduğu görülürken, deşarj açısı arttıkça seyremlerin de azaldığı tespit edilmiştir.



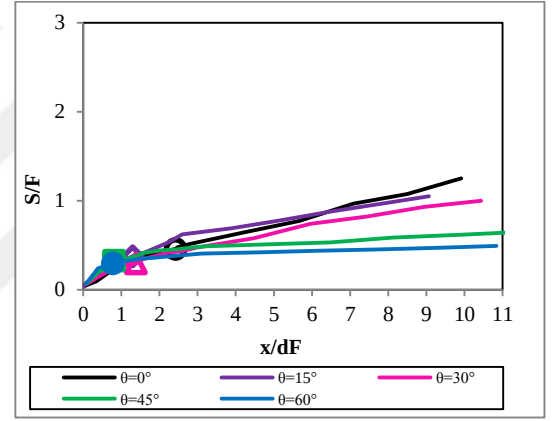
a. H=50cm



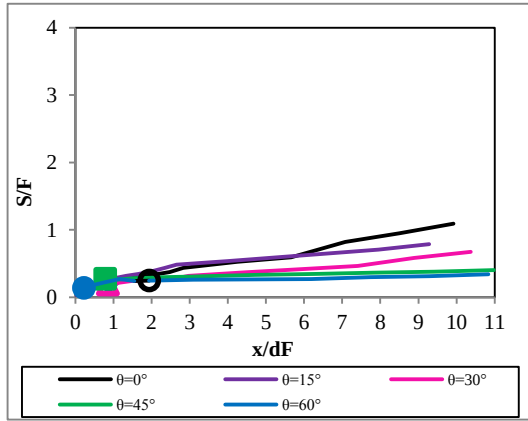
b. H=20cm



c. H=15cm



d. H=10cm



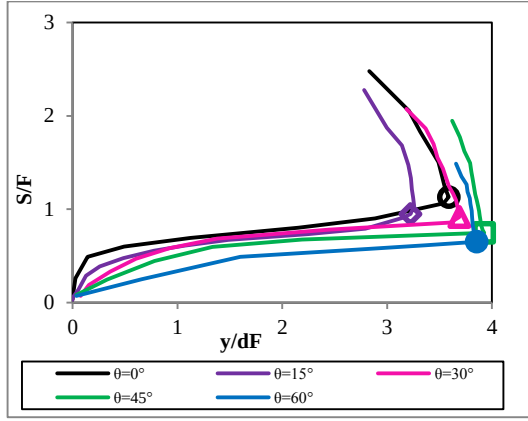
e. H=5cm

Şekil 4.64: Deşarj açısına göre H' ye bağlı olarak sıcak su deşarjında jet merkezi boyunca ortalama yatay seyrelme değişimlerinin karşılaştırılmasını (çarpma noktaları işaretlenmiştir).

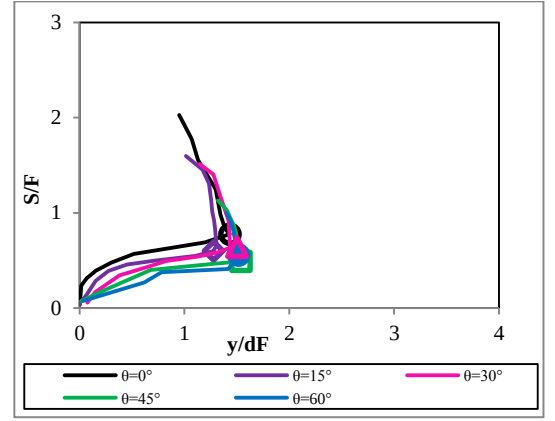
**4.6.2.4.Deşarj açısına göre Sıcak Su Deşarjında Jet Merkezi Boyunca Ortalama
Düşey Seyrelme Değişimlerinin karşılaştırılmasını**

Gerçekleştirilen sıcak su deşarjları deliğin açılarını göre, y/dF düşey uzaklığına, H değerlerine bağlı olarak jet merkezlerindeki ortalama düşey seyrelme değişimleri Şekil 4.65'te görülmektedir. Şekil 4.65'ten de görüleceği üzere, derinliğin sığlaşması ile birlikte, çarpma noktası öncesinde derinlik azaldıkça jet merkez eksenindeki düşey seyrelme değerleri de en serbest hale ($H=50\text{cm}$) göre ve incelenen derinlikler arasında daha derindeki deneysel sonuçlara göre, daha küçük değerler almaktadırlar. Sığlaşmanın sadece çarpma noktasında değil, çarpma öncesi jet içi seyrelmeyi de küçük değerlere doğru kaydırıldığı belirlenmiştir.

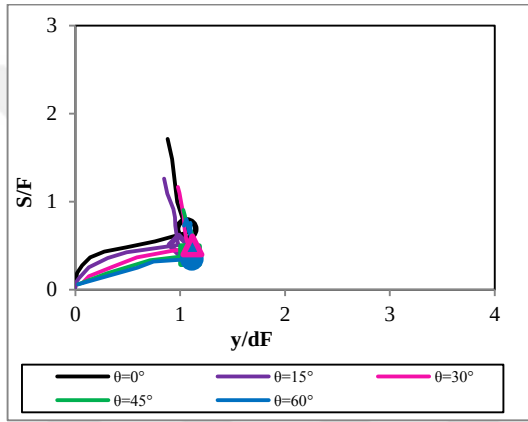




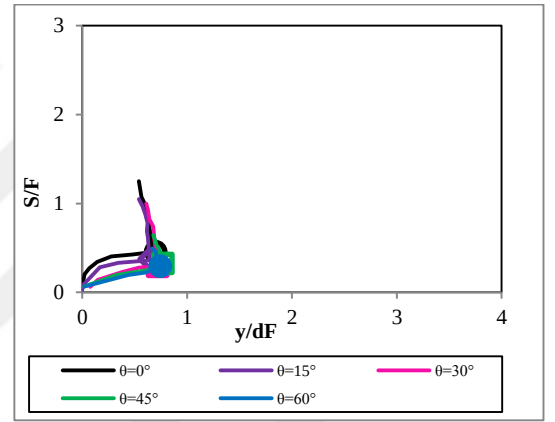
a. H=50cm



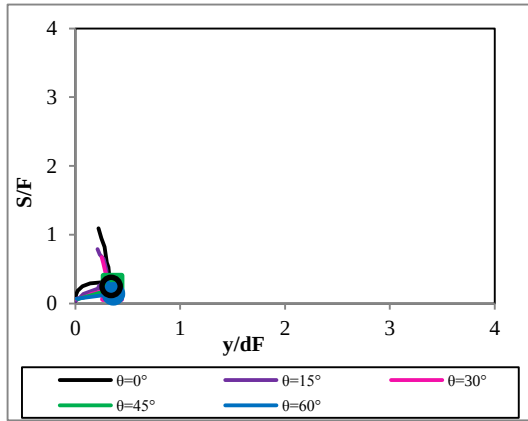
b. H=20cm



c. H=15cm



d. H=10cm



e. H=5cm

Şekil 4.65: Deşarj açısına göre H' ye bağlı olarak sıcak su deşarjında jet merkezi boyunca ortalama düşey seyrelme değişimlerinin karşılaştırılmasını (çarpma noktaları işaretlenmiştir).

4.6.3. Sıglaşan Sıcak Su Deşarjında Etki Noktası Seyrelmelerinin Karşılaştırılması

Sıcak su deşarjında, sıglaşma sonucu etki noktasının azalan H değerlerine bağlı olarak, x_i değerlerinde de azalma olduğu Şekil 4.66'dan da görüleceği üzere belirlendi. Yukarı yönlendirme açısı θ 'nin artışına bağlı olarak, sıcak su jetlerinin su yüzeyine çarpma noktalarının da yaklaşmış olması nedeniyle kısalan yörünge uzunluğu sonucu S_i değerlerinin azaldığı Şekil 4.67 a' da görülmektedir. Şekil 4.67 b' de ise, $x_i/dF-S_i/F$ ilişkisi deşarj derinliği H' lere göre gruplandırıldığında deriliğin azalmasının S_i değerlerinin azalmasına neden olduğu açıkça görülmektedir. H=50cm' nin serbest hal olarak kabul edildiği etki noktası seyrelmeleri ile diğer H derinliklerdeki S_i değerlerinin yüzdesel karşılaştırılması sonucu elde edilen ve Tablo 4.261 ile 4.265' te detaylı sonuçları verilen $\Delta S_i(\%)$ değerlerinin H= 50cm ile 5cm arasında sırasıyla $\theta=0^\circ$ için 0 ile -43,39 (Tablo 4.261' de görülen +5,16 değerinin deneysel sapmadan kaynaklandığı düşünüldüğünden değerlendirme dışı bırakılmıştır), $\theta=15^\circ$ için 0 ile -34,48, $\theta=30^\circ$ için 0 ile -47,72, $\theta=45^\circ$ için 0 ile -36,56 ve $\theta=60^\circ$ için 0 ile -17,38 aralığında değişim gösterdiği belirlendi. Ayrıca, çarpma noktası seyrelmelerinin aynı derinlikteki serbest seyrelme değerleri ile karşılaştırmaları bütün delik yukarı yönlendirme açıları için gruplandırılarak Tablo 4.266' da verildi.

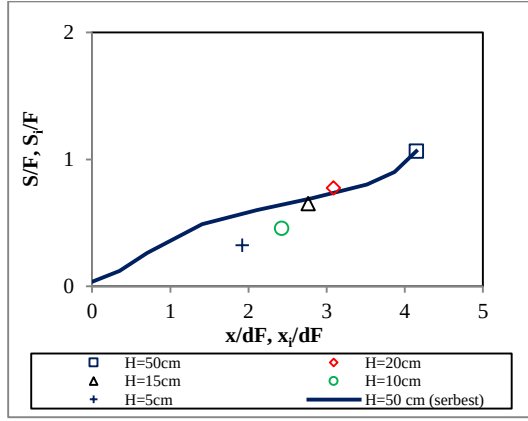
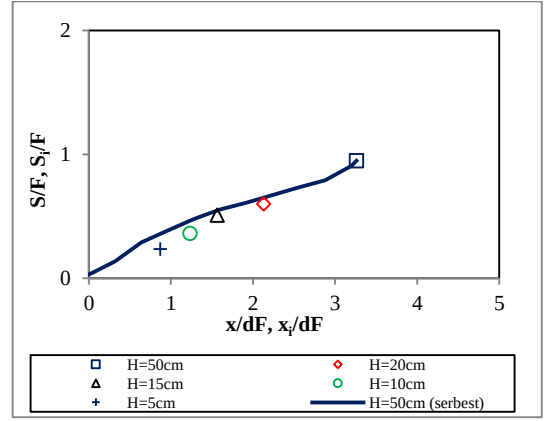
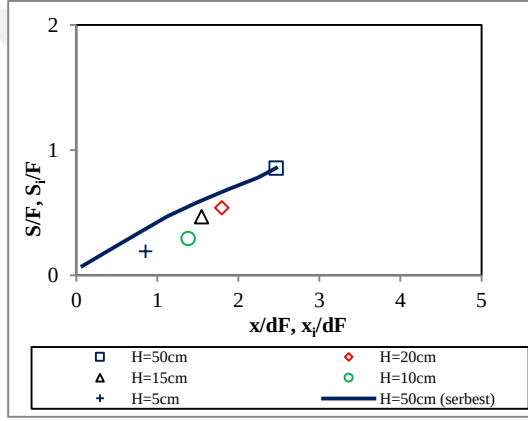
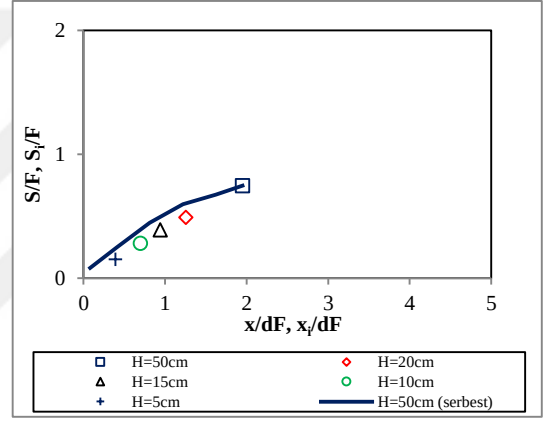
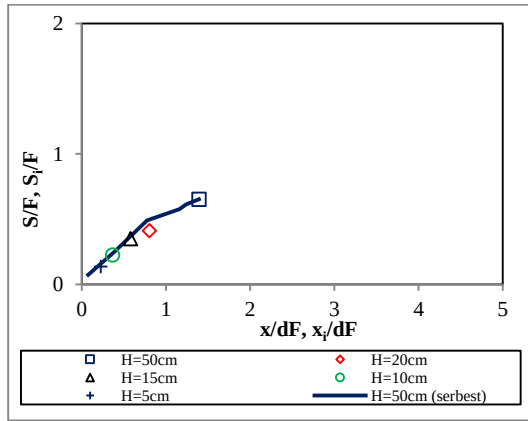
Serbest jet düşey seyrelme dağılımları ve kısıtlı derinliklerdeki çarpma noktası seyrelmelerinin deşarj açılarına bağlı olarak incelenmesi sonucu, $y=ax^b$ formunda fonksiyonel eğilime sahip oldukları belirlendi. Serbest jet düşey seyrelme dağılımları ve kısıtlı derinliklerdeki çarpma noktası seyrelmeleri, eğilim çizgileri (a-j) ve eğilim çizgisi kastayıları (k ve l) Şekil 4.68' de verilmiştir. Serbest ve kısıtlanmış seyrelmelerin eğilim çizgilerinin korelasyonu incelenen açılar için sırasıyla $R^2=0,74$ ile $0,97$ aralığında ve $R^2=0,96$ ile $0,98$ aralığında değişim gösterdiği belirlendi. Eşitlik 4.1 ile 4.4' te $S/F-y/dF$ ve $S_i/F-H/dF$ için eğilim çizgisi eşitlik formları ve eşitlikleri verilmiştir:

$$\frac{S}{F} = a \left(\frac{y}{dF} \right)^b \quad (4.1)$$

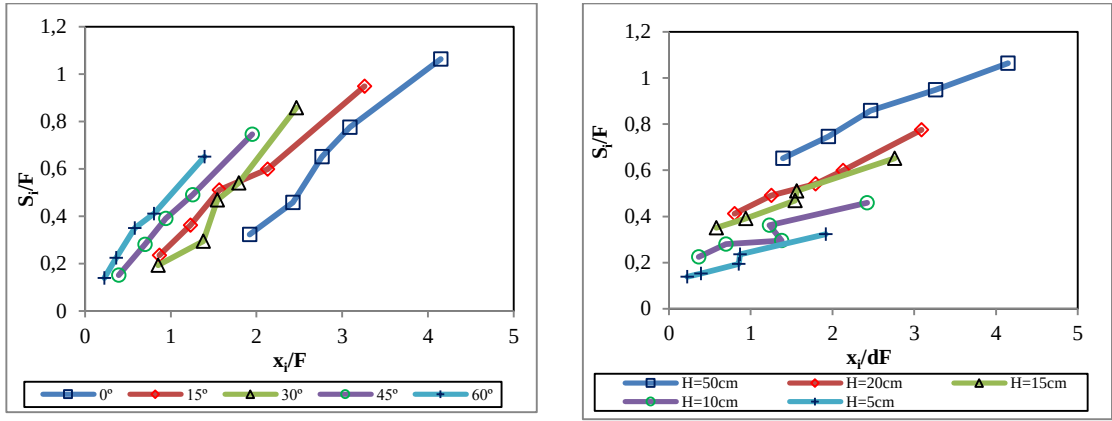
$$\frac{S}{F} = (-0,0086\theta + 0,8754) \left(\frac{y}{dF} \right)^{(0,0036\theta + 0,4302)} \quad (4.2)$$

$$\frac{S_i}{F} = a \left(\frac{H}{dF} \right)^b \quad (4.3)$$

$$\frac{S_i}{F} = (-0,005\theta + 0,5681) \left(\frac{H}{dF} \right)^{(0,0018\theta + 0,5727)} \quad (4.4)$$

a. $\theta=0^\circ$ b. $\theta=15^\circ$ c. $\theta=30^\circ$ d. $\theta=45^\circ$ e. $\theta=60^\circ$

Şekil 4.66: Serbest boyuna seyrelme ile daha sık koşullardaki çarpma noktası seyrelmelerinin karşılaştırılmaları.

a. θ ' ya göre karşılaştırma

b. H değerlerine göre karşılaştırma

Şekil 4.67: Çarpma noktası uzaklıkları ile çarpma noktası seyrelmelerinin delik yukarı yönlendirme açılarına (a) ve deşarj deliği üzeri su derinliklerine (b) göre gruplandırılmış karşılaştırmaları.

Tablo 4.261: Serbest boyuna seyrelme ile daha sık koşullardaki çarpma noktası seyrelmelerinin $\theta=0^\circ$ için karşılaştırmaları.

H(cm)	x_i/dF (A)	S_i/F (A)	x_i/dF (B)	S_i/F (B)	x_i/dF (C)	S_i/F (C)	x_i/dF Ort	S_i/F Ort	S/F Serbest	$\Delta S_i/F$ (%)
50	4,15	1,10	4,15	1,11	4,26	1,10	4,15	1,06	1,06	0,00
20	3,09	0,79	3,06	0,77	3,11	0,78	3,09	0,78	0,74	5,16
15	2,76	0,66	2,77	0,64	2,77	0,67	2,76	0,65	0,69	-5,18
10	2,42	0,47	2,44	0,44	2,47	0,48	2,42	0,46	0,64	-28,68
5	1,92	0,32	1,92	0,32	1,96	0,34	1,92	0,32	0,57	-43,39

Tablo 4.262: Serbest boyuna seyrelme ile daha sık koşullardaki çarpma noktası seyrelmelerinin $\theta=15^\circ$ için karşılaştırmaları.

H(cm)	x_i/dF (A)	S_i/F (A)	x_i/dF (B)	S_i/F (B)	x_i/dF (C)	S_i/F (C)	x_i/dF Ort	S_i/F Ort	S/F Serbest	$\Delta S_i/F$ (%)
50	3,26	0,94	3,38	0,94	3,23	0,97	3,26	0,95	0,95	0,00
20	2,13	0,63	2,43	0,65	2,25	0,61	2,13	0,60	0,65	-7,97
15	1,56	0,51	1,48	0,51	1,53	0,50	1,56	0,51	0,55	-6,73
10	1,23	0,36	1,22	0,35	1,12	0,37	1,23	0,36	0,46	-22,04
5	0,87	0,23	0,86	0,24	0,91	0,24	0,87	0,24	0,36	-34,48

Tablo 4.263: Serbest boyuna seyrelme ile daha sık koşullardaki çarpma noktası seyrelmelerinin $\theta=30^\circ$ için karşılaştırılmaları.

H(cm)	x_i/dF (A)	S_i/F (A)	x_i/dF (B)	S_i/F (B)	x_i/dF (C)	S_i/F (C)	x_i/dF Ort	S_i/F Ort	S/F Serbest	$\Delta S_i/F$ (%)
50	2,47	0,81	2,37	0,88	2,54	0,89	2,47	0,86	0,86	0,00
20	1,79	0,58	1,90	0,56	1,87	0,56	1,79	0,54	0,67	-18,74
15	1,54	0,48	1,56	0,46	1,51	0,47	1,54	0,47	0,60	-21,55
10	1,38	0,33	1,40	0,31	1,45	0,26	1,38	0,30	0,55	-46,30
5	0,85	0,20	0,80	0,20	0,97	0,19	0,85	0,19	0,37	-47,72

Tablo 4.264: Serbest boyuna seyrelme ile daha sık koşullardaki çarpma noktası seyrelmelerinin $\theta=45^\circ$ için karşılaştırılmaları.

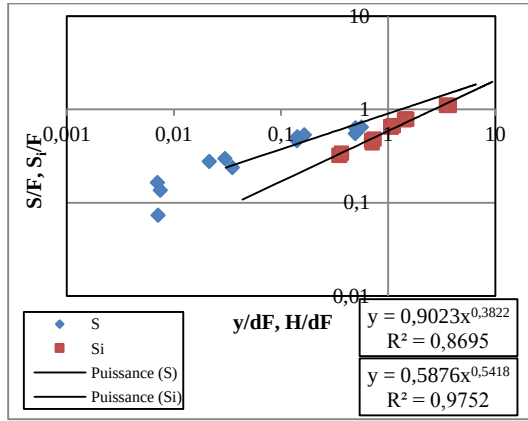
H(cm)	x_i/dF (A)	S_i/F (A)	x_i/dF (B)	S_i/F (B)	x_i/dF (C)	S_i/F (C)	x_i/dF Ort	S_i/F Ort	S/F Serbest	$\Delta S_i/F$ (%)
50	1,95	0,70	1,94	0,76	1,96	0,77	1,95	0,75	0,75	0,00
20	1,25	0,49	1,24	0,48	1,14	0,46	1,25	0,49	0,60	-18,79
15	0,94	0,40	0,90	0,39	1,01	0,40	0,94	0,39	0,49	-20,81
10	0,70	0,28	0,65	0,27	0,70	0,28	0,70	0,28	0,39	-28,01
5	0,40	0,17	0,38	0,17	0,45	0,16	0,39	0,15	0,24	-36,56

Tablo 4.265: Serbest boyuna seyrelme ile daha sık koşullardaki çarpma noktası seyrelmelerinin $\theta=60^\circ$ için karşılaştırılmaları.

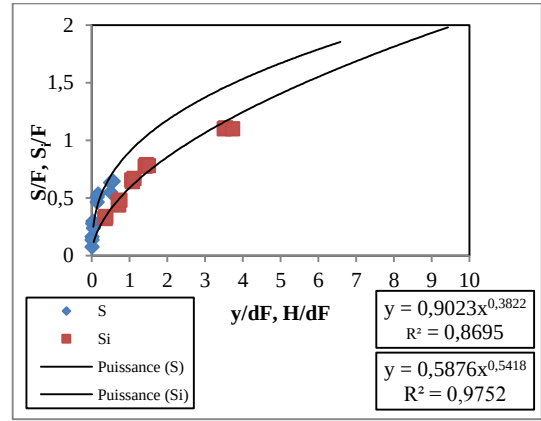
H(cm)	x_i/dF (A)	S_i/F (A)	x_i/dF (B)	S_i/F (B)	x_i/dF (C)	S_i/F (C)	x_i/dF Ort	S_i/F Ort	S/F Serbest	$\Delta S_i/F$ (%)
50	1,39	0,64	1,32	0,69	1,28	0,59	1,39	0,65	0,65	0,00
20	0,80	0,42	0,79	0,43	0,83	0,39	0,80	0,41	0,50	-17,38
15	0,58	0,35	0,62	0,34	0,54	0,36	0,58	0,35	0,37	-5,40
10	0,36	0,24	0,40	0,23	0,42	0,25	0,36	0,23	0,24	-5,55
5	0,22	0,14	0,24	0,14	0,21	0,14	0,22	0,14	0,16	-12,32

Şekil 4.266: Çarpma noktası seyrelmelerinin aynı derinlikteki serbest seyrelme değerleri ile karşılaştırılmaları.

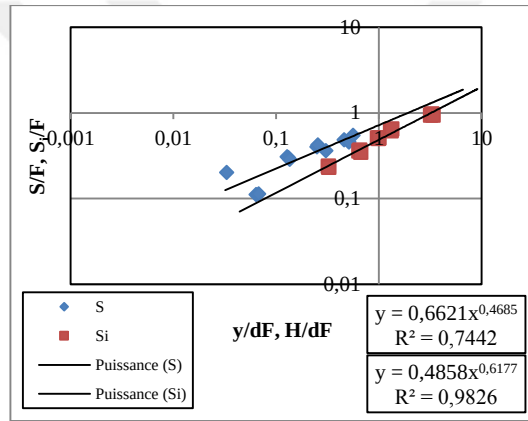
	H/dF	$\Delta S_i/F$ (%)	H/dF	$\Delta S_i/F$ (%)	H/dF	$\Delta S_i/F$ (%)	H/dF	$\Delta S_i/F$ (%)	H/dF	$\Delta S_i/F$ (%)	H/dF	$\Delta S_i/F$ (%)
θ (°)	0	0	15	15	30	30	45	45	60	60	Ort	Ort
	3,60	0,00	3,29	0,00	3,73	0,00	3,95	0,00	3,87	0,00	3,69	0,00
	1,46	5,16	1,33	-7,97	1,49	-18,74	1,56	-18,79	1,55	-17,38	1,48	-11,54
	1,09	-5,18	0,99	-6,73	1,12	-21,55	1,17	-20,81	1,16	-5,40	1,11	-11,94
	0,72	-28,68	0,66	-22,04	0,75	-46,30	0,80	-28,01	0,78	-5,55	0,74	-26,11
	0,36	-43,39	0,33	-34,48	0,37	-47,72	0,39	-36,56	0,39	-12,32	0,37	-34,90
Ort	-	-14,42	-	-14,24	-	-26,86	-	-20,83	-	-8,13	-	-16,90



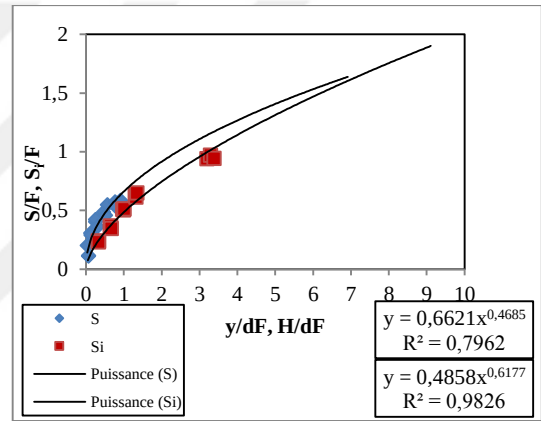
a. $\theta=0^\circ$ y/dF - S/F ve H/dF - S_i/F dağılımları
(logaritmik ölçekte)



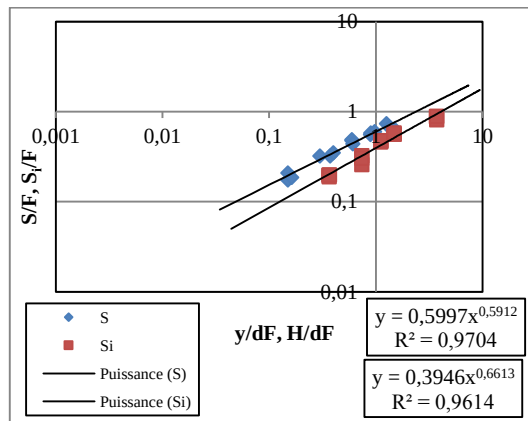
b. $\theta=0^\circ$ y/dF - S/F ve H/dF - S_i/F dağılımları
(lineer ölçekte)



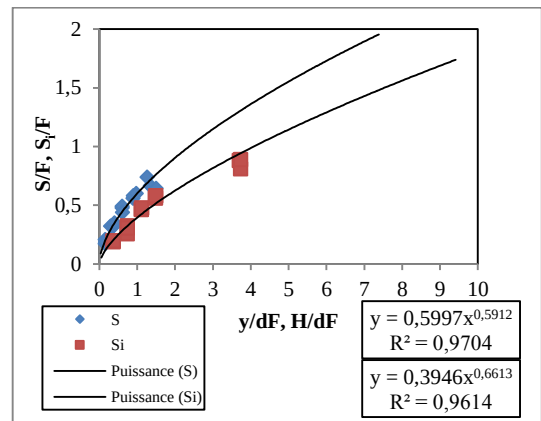
c. $\theta=15^\circ$ y/dF - S/F ve H/dF - S_i/F dağılımları
(logaritmik ölçekte)



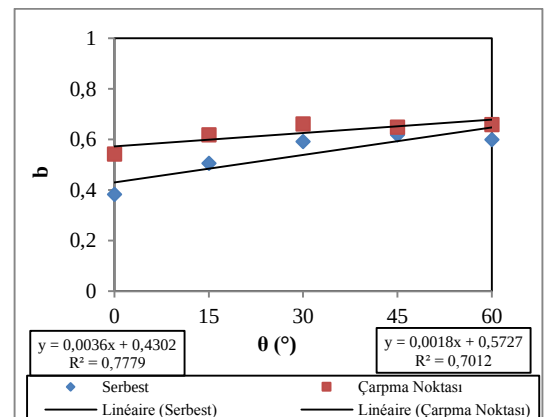
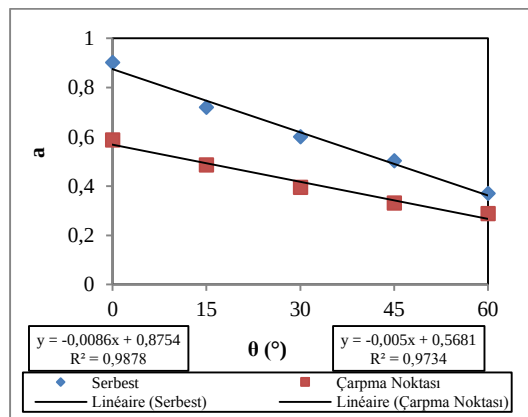
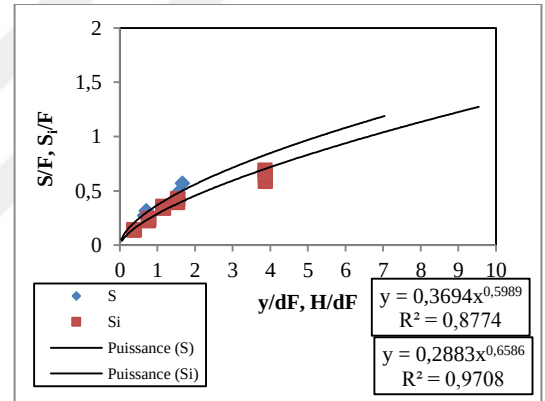
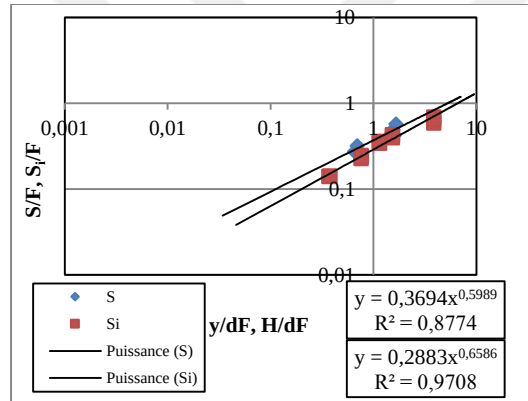
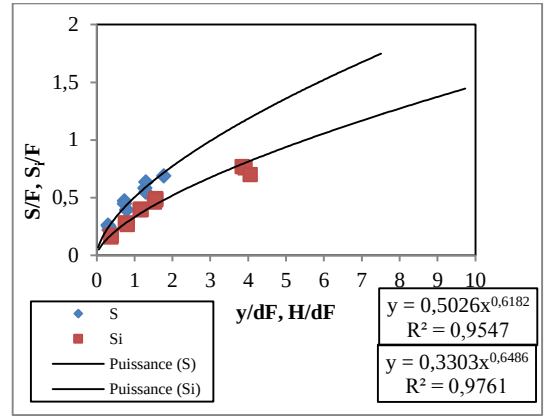
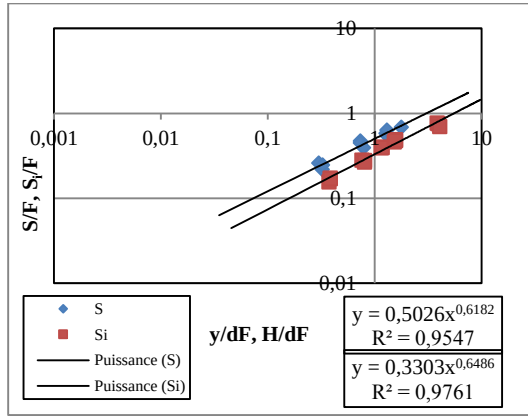
d. $\theta=15^\circ$ y/dF - S/F ve H/dF - S_i/F dağılımları
(lineer ölçekte)



e. $\theta=30^\circ$ y/dF - S/F ve H/dF - S_i/F dağılımları
(logaritmik ölçekte)



f. $\theta=30^\circ$ y/dF - S/F ve H/dF - S_i/F dağılımları
(lineer ölçekte)



Şekil 4.68: Serbest jet düşey seyrelme dağılımları ve kısıtlı derinliklerdeki çarpma noktası seyrelmeleri, eğilim çizgileri (a-j) ve eğilim çizgisi katabayları (k ve l).

Şekil 4.68’de k ve l’ de gösterilen modelin a ve b katsayılarının serbest ve kısıtlı haller için elde edilen değerleri ve korelasyon ile ilgili detayları Tablo 4.266’da verilmiştir. Tablo 4.267 ile 4.271 deşarj açılarına bağlı olarak derinlik ve düşey seyrelme deney ve model karşılaştırmaları verilmiştir. Tablo 4.267’ de H/dF 0,363 için kolon 2-kolon 3 farkı -0,243 olarak alınarak kolon 3’ teki model S/F değeri ile oranlanarak $-0,243/0,566 \times 100$ işlemi ile kolon 4’teki Fark(%) -42,837 olarak elde edildi. Kolon 6’daki Fark (%) 1,786 değeri ise (kolon 2-kolon5)/kolon5 x 100 eşitliği ile 1,786 olarak elde edildi. Kolon 7 ise, (kolon 5-kolon3)/kolon3 x 100 yaklaşımı ile Model Farkları(%)= -43,840 olarak elde edildi. Diğer H’dF ve deşarj açıları için de aynı şekilde sonuçlar elde edildiler.

Deşarj açısına bağlı olarak, H/dF için kolon 2-kolon 3 farkı olarak alınarak kolon 3’ teki model S/F değeri ile oranlanarak işlemi ile kolon 4’teki Fark(%) olarak elde edildi. $\theta=0^\circ$ için, H/dF = 0,362 ile 3,60 aralığında, kolon 4’teki Fark(%) değerleri -42,8373 ile -24,7092, $\theta=15^\circ$ için, H/dF = 0,331 ile 3,294 aralığında, kolon 4’teki Fark(%) değerleri -46,083 ile -28,634, $\theta=30^\circ$ için, H/dF = 0,373 ile 3,725 aralığında, kolon 4’teki Fark(%) değerleri -46,561 ile -28,561, $\theta=45^\circ$ için, H/dF = 0,390 ile 3,947 aralığında, kolon 4’teki Fark(%) değerleri -45,472 ile -22,827 ve $\theta=60^\circ$ için, H/dF = 0,388 ile 3,872 aralığında, kolon 4’teki Fark(%) değerleri -28,723 ile -11,364 aralığında değişim gösterdi.

Kolon 6’daki Fark (%) değeri ise (kolon 2-kolon5)/kolon5 x 100 eşitliği ile olarak elde edildi. $\theta=0^\circ$ için, H/dF = 0,362 ile 3,60 aralığında, kolon 6’daki Fark(%) değerleri -10,080 ile 9,939, $\theta=15^\circ$ için, H/dF = 0,331 ile 3,294 aralığında, kolon 6’daki Fark(%) değerleri -10,854 ile 3,980, $\theta=30^\circ$ için, H/dF = 0,373 ile 3,725 aralığında, kolon 6’daki Fark(%) değerleri -15,170 ile 4,444, $\theta=45^\circ$ için, H/dF = 0,390 ile 3,947 aralığında, kolon 6’ daki Fark(%) değerleri -17,747 ile 6,891 ve $\theta=60^\circ$ için, H/dF = 0,388 ile 3,872 aralığında, kolon 6’daki Fark(%) değerleri -3,205 ile 18,210 aralığında değişim gösterdi.

Kolon 7 ise, (kolon 5-kolon3)/kolon3 x 100 yaklaşımı ile Model Farkları (%) olarak elde edildi. $\theta=0^\circ$ için, H/dF = 0,362 ile 3,60 aralığında, kolon 7’ deki Fark(%) değerleri -43,840 ile -22,108, $\theta=15^\circ$ için, H/dF = 0,331 ile 3,294 aralığında, kolon 7’deki Fark(%) değerleri -41,858 ile -24,182, $\theta=30^\circ$ için, H/dF = 0,373 ile 3,725 aralığında, kolon 7’deki Fark(%) değerleri -37,948 ile -23,922, $\theta=45^\circ$ için, H/dF = 0,390 ile 3,947 aralığında, kolon

7'deki Fark(%) değerleri -33,707 ila -23,561 ve $\theta=60^\circ$ için, $H/dF = 0,388$ ila $3,872$ aralığında, kolon 7'deki Fark(%) değerleri -27,801 ila -21,837 aralığında değişim gösterdi.

Tablo 4.266: Serbest jet düşey seyrelme dağılımları ve kısıtlı derinliklerdeki çarpma noktası seyrelmeleri, eğilim çizgileri (a-j) ve eğilim çizgisi kastyaları (k ve l).

Serbest				Çarpma Noktası			
θ (°)	a	b	R^2	θ (°)	a	b	R^2
0	0,9023	0,3822	0,8695	0	0,5876	0,5418	0,9752
15	0,6621	0,4685	0,7442	15	0,4858	0,6177	0,9826
30	0,5997	0,5912	0,9704	30	0,3946	0,6613	0,9614
45	0,5026	0,6182	0,7547	45	0,3303	0,6486	0,9761
60	0,3694	0,5989	0,8774	60	0,2883	0,6586	0,9708

Tablo 4.267: $\theta=0^\circ$ için derinlik ve düşey seyrelme deney ve model karşılaştırmaları.

$\theta=0^\circ$	Deneysel	Model		Model		Model Farkları (%)
H/dF	S _i /F Ort	S/F (Serbest)	Fark (%)	S _i /F Çarpma Noktası	Fark (%)	Model Farkları (%)
0,363	0,323	0,566	-42,837	0,318	1,786	-43,840
0,725	0,458	0,762	-39,837	0,472	-2,938	-38,016
1,088	0,652	0,908	-28,130	0,596	9,429	-34,323
1,459	0,775	1,030	-24,709	0,705	9,939	-31,516
3,600	1,064	1,519	-29,959	1,183	-10,080	-22,108

Tablo 4.268: $\theta=15^\circ$ için derinlik ve düşey seyrelme deney ve model karşılaştırmaları.

$\theta=15^\circ$	Deneysel	Model		Model		Model Farkları (%)
H/dF	S_i/F Ort	S/F (Serbest)	Fark (%)	S_i/F Çarpma Noktası	Fark (%)	Model Farkları (%)
0,331	0,236	0,437	-46,083	0,254	-7,268	-41,858
0,725	0,362	0,639	-43,258	0,406	-10,854	-36,350
0,995	0,511	0,744	-31,351	0,491	3,980	-33,978
1,329	0,600	0,856	-30,003	0,585	2,533	-31,732
3,295	0,949	1,330	-28,634	1,008	-5,872	-24,182

Tablo 4.269: $\theta=30^\circ$ için derinlik ve düşey seyrelme deney ve model karşılaştırmaları.

$\theta=30^\circ$	Deneysel	Model	Model			Model Farkları (%)
H/dF	S_i/F Ort	S/F (Serbest)	Fark (%)	S_i/F Çarpma Noktası	Fark (%)	Model Farkları (%)
0,373	0,194	0,363	-46,561	0,225	-13,881	-37,948
0,746	0,295	0,527	-44,024	0,348	-15,170	-34,014
1,119	0,469	0,656	-28,561	0,449	4,444	-31,601
1,490	0,541	0,765	-29,358	0,537	0,698	-29,848
3,725	0,858	1,253	-31,513	0,953	-9,979	-23,922

Tablo 4.270: $\theta=45^\circ$ için derinlik ve düşey seyrelme deney ve model karşılaştırmaları.

$\theta=45^\circ$	Deneysel	Model		Model		Model Farkları (%)
H/dF	S _i /F Ort	S/F (Serbest)	Fark (%)	S _i /F Çarpma Noktası	Fark (%)	Model Farkları (%)
0,390	0,152	0,279	-45,472	0,185	-17,747	-33,707
0,799	0,281	0,428	-34,298	0,296	-5,171	-30,715
1,172	0,391	0,537	-27,130	0,381	2,721	-29,060
1,560	0,491	0,636	-22,827	0,459	6,891	-27,802
3,947	0,747	1,101	-32,190	0,842	-11,289	-23,561

Tablo 4.271: $\theta=60^\circ$ için derinlik ve düşey seyrelme deney ve model karşılaştırmaları.

$\theta=60^\circ$	Deneysel	Model		Model		Model Farkları (%)
H/dF	S _i /F Ort	S/F (Serbest)	Fark (%)	S _i /F Çarpma Noktası	Fark (%)	Model Farkları (%)
0,388	0,139	0,195	-28,723	0,141	-1,277	-27,801
0,775	0,225	0,305	-26,188	0,225	-0,179	-26,055
1,161	0,351	0,396	-11,364	0,297	18,210	-25,018
1,545	0,411	0,476	-13,579	0,360	14,126	-24,275
3,872	0,652	0,862	-24,342	0,674	-3,205	-21,837

4.6.4. Düşey Seyrelmelerin Fan ve Brooks DeneySEL Sonuçları ile yapılan karşılaştırmaları

Bu çalışmada deneySEL olarak elde edilmiş olan pozitif yüzen sıcak suların düşey birinci seyrelme değerleri, benzer bir yapıya sahip olan yine pozitif yüzen ancak yoğunluk farkı tuzluluk farkından kaynaklanan evsel atıksular için Fan ve Brooks (1969) tarafından gerçekleştirilmiş deneySEL sonuçları ile karşılaştırıldı. Fan ve Brooks' un deneySEL sonuçlarının seyrelme tahminini sağlayan abaklarından elde edilen seyrelme tahminleri ile bu çalışmadaki deneySEL sonuçlar Şekil 4.69'da karşılaştırılmış grafikler halinde verilmiştir. $\theta=0^\circ$ durumu incelendiğinde, bu çalışmada elde edilen grafikler ile Fan Brooks (1969) çalışmasında elde edilen verilerle karşılaştığı görülmektedir. Ancak ilk anlarda Fan Brook (1969)'a göre daha fazla seyrelme olduğu görülmüştür. Ayrıca, deney sıg sularla gerçekleştirildiğinden dolayı, bir noktada atıksu H yüksekliğine ulaşmaktadır. Bu noktada, seyrelme hızında bir artış gözlenmektedir. Atıksuyun ilerleyişi burada engellenmesine rağmen bir süreliğine hızla seyrelmeye devam etmiştir. Aynı zamanda yapılmış olan bütün deşarj açılarına ait deneySEL düşey seyrelme

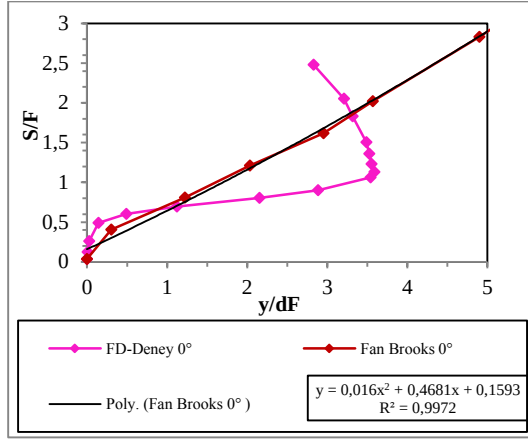
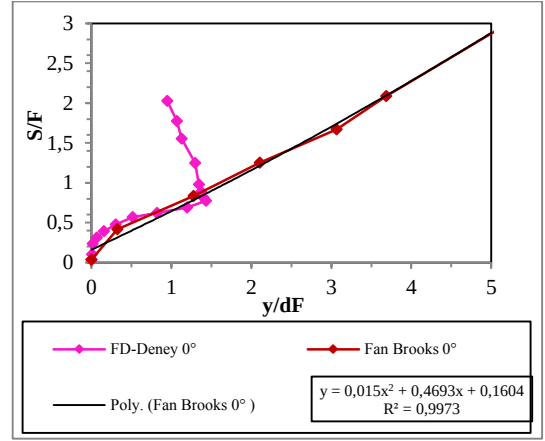
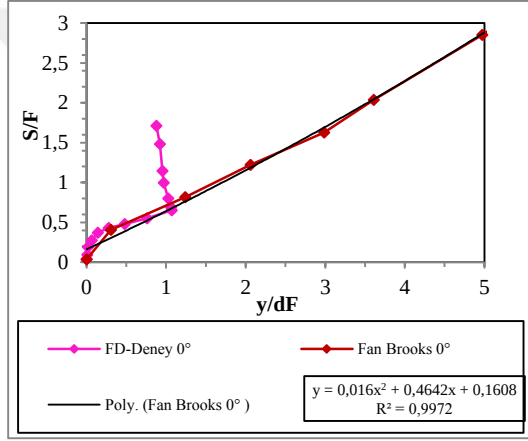
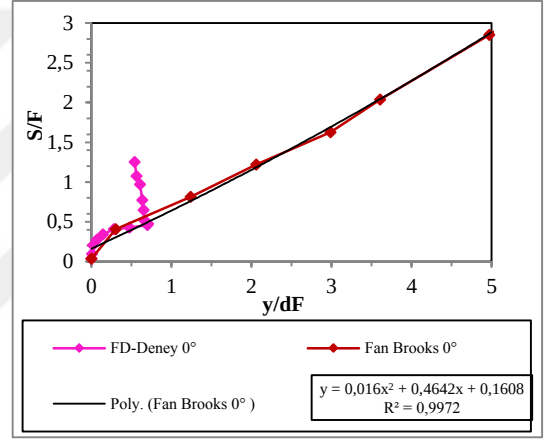
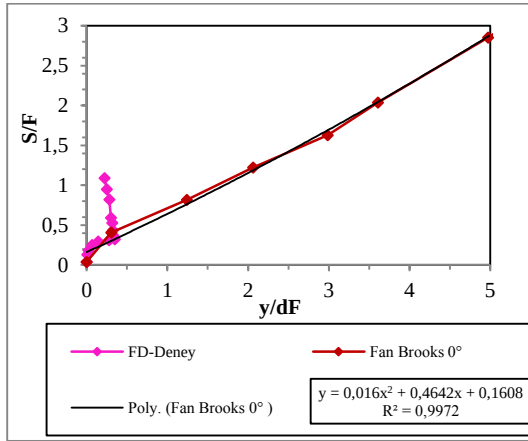
sonuçlarının Fan Brooks (1969) çalışmasında elde edilmiş seyrelme değerleri Tablo 4.272’de sayısal olarak verilmiştir.

Benzer şekilde, deşarj açıları $\theta=15^\circ$, 30° , 45° ve 60° için bu çalışmada elde edilen düşey birinci seyrelme dağılımları ile Fan Brooks (1969) çalışmasında elde edilmiş olan sonuçlar sırasıyla Şekil 4.70 ila 4.73’ te verilmiştir. Bu çalışmadaki diğer deşarj açılarındaki düşey seyrelme dağılımları ile Fan ve Brooks (1969) çalışma sonuçlarının karşılaştırılmaları eşdeğer eğilimleri gösterdiler.

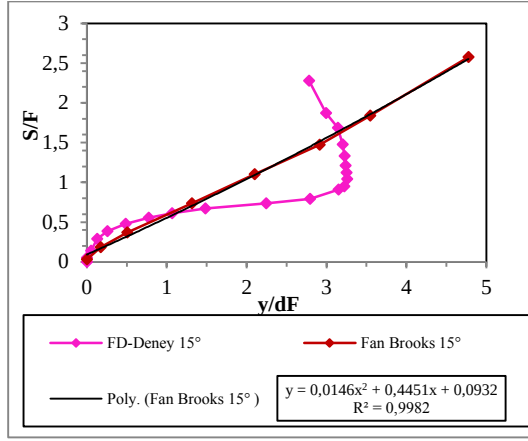
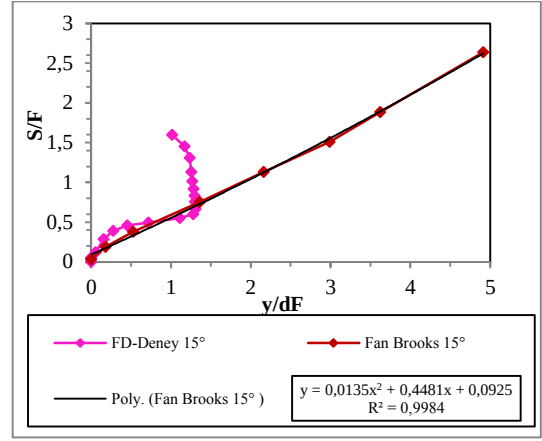
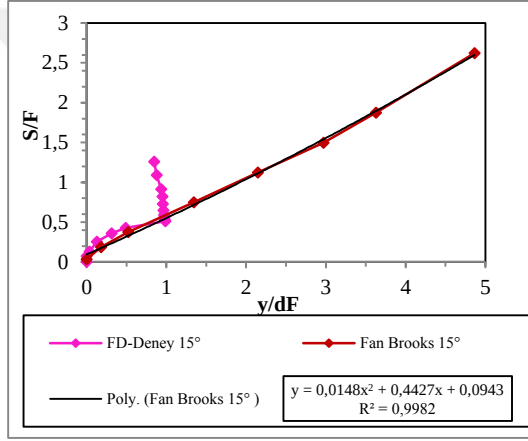
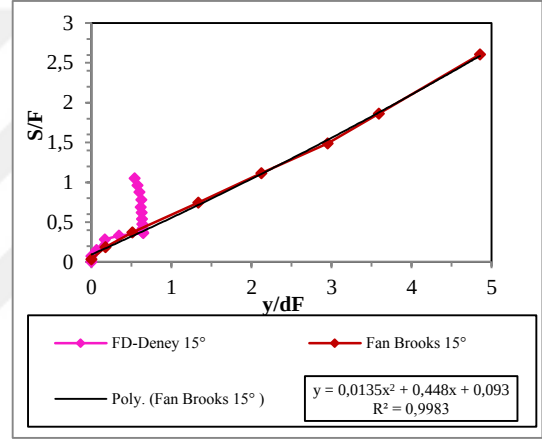
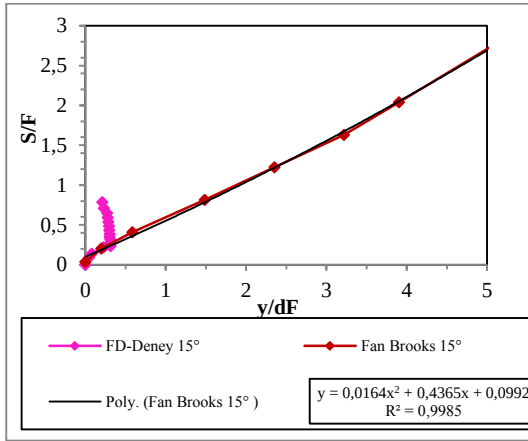
Fan ve Brooks (1969) düşey seyrelme dağılımlarının $y=ax^2+bx+c$ parabol denklemi formunda olduğu belirlendi. Bütün deşarj açıları için Şekil 4.69 ila 4.73 arasında her bir durum için grafikler üzerinde eğilim çizgisi fonksiyonları yazılmıştır. Tüm deşarj açıları için korelasyon $R^2= 0,99$ değerinin üzerinde gerçekleşti. Deneysel düşey seyrelme dağılımları her bir deşarj açısı, θ ve deşarj derinliği, H değeri için kendi Fan ve Brooks eğilim çizgisi fonksiyonundan serbest seyrelme değeri olarak elde edildi. Çarpma noktası deneysel seyrelme değerleri ile Fan ve Brooks deneysel sonuçlarının matematik modellerinden elde edilen sonuçlar arasındaki yüzdesel fark $\Delta S/F(\%)$ değerlerinin H/dF değerlerine göre ilişkileri Şekil 4.74’te tüm deşarj açıları için verilmiştir. Bu dağılımın $y=ax$ şeklinde fonksiyonu olan bir eğilime sahip olduğu ve korelasyonun $R^2=0,87$ ila $0,95$ aralığında değişim gösterdiği belirlendi.

Tablo 4.272: Deşarj açısına göre düşey birinci seyrilmelerinin Fan ve Brooks (1969) sonuçları ile karşılaştırılması.

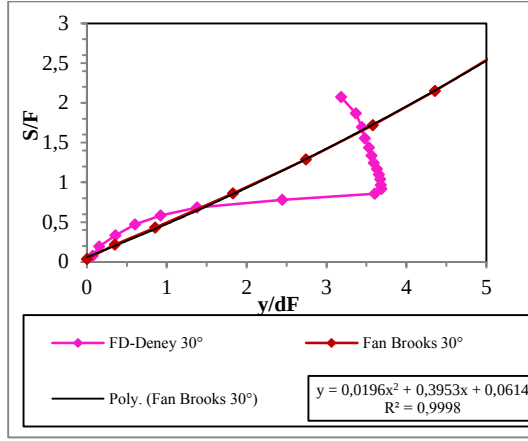
$\theta=0^\circ$		$\theta=15^\circ$		$\theta=30^\circ$		$\theta=45^\circ$		$\theta=60^\circ$	
H/Df	$\Delta S/F$ (%)	H/dF	$\Delta S/F$ (%)	H/dF	$\Delta S/F$ (%)	H/dF	$\Delta S/F$ (%)	H/dF	$\Delta S/F$ (%)
0,354	-0,587	0,331	-2,557	0,370	-5,256	0,387	-14,698	0,387	-14,418
0,359	-1,686	0,331	-1,145	0,373	-8,962	0,390	-7,396	0,388	-16,109
0,374	2,016	0,355	-2,624	0,374	-4,979	0,392	-8,834	0,388	-15,546
0,708	-5,707	0,648	-6,741	0,746	-10,501	0,773	-10,969	0,774	-17,042
0,718	-12,226	0,659	-6,363	0,746	-10,662	0,812	-15,963	0,775	-14,171
0,747	-6,625	0,676	-13,522	0,747	-16,346	0,812	-19,280	0,777	-21,137
1,062	-1,901	0,977	-5,392	1,116	-11,226	1,163	-12,007	1,159	-15,455
1,077	-5,120	0,995	-8,018	1,118	-11,213	1,176	-11,955	1,161	-13,884
1,123	-4,307	1,012	-7,793	1,123	-8,909	1,178	-14,257	1,163	-18,942
1,423	-9,540	1,311	-9,959	1,488	-18,270	1,542	-22,848	1,545	-24,513
1,453	-9,257	1,326	-13,194	1,488	-18,270	1,568	-19,431	1,545	-23,239
1,500	-12,633	1,349	-15,389	1,494	-15,706	1,571	-21,399	1,545	-29,134
3,515	-45,031	3,197	-43,423	3,704	-50,746	3,848	-54,957	3,870	-60,359
3,550	-45,041	3,296	-43,484	3,735	-55,072	3,934	-56,816	3,870	-57,418
3,735	-48,340	3,391	-46,684	3,735	-50,793	4,058	-61,685	3,877	-63,889

a. $H=50\text{cm}$ b. $H=20\text{cm}$ c. $H=15\text{cm}$ d. $H=10\text{cm}$ e. $H=5\text{cm}$

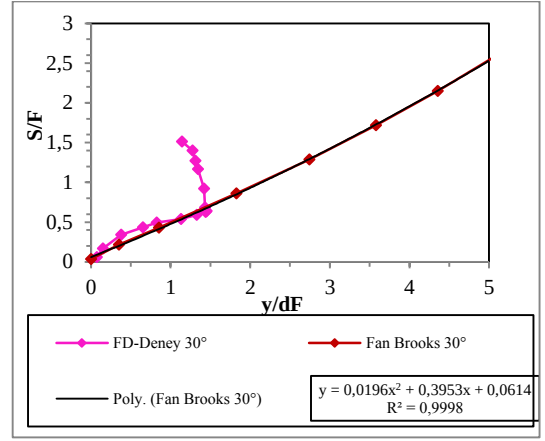
Şekil 4.69: $\theta=0^\circ$ için, düşey birinci seyrelmelerinin Fan ve Brooks (1969) sonuçları ile karşılaştırılması.

a. $H=50\text{cm}$ b. $H=20\text{cm}$ c. $H=15\text{cm}$ d. $H=10\text{cm}$ e. $H=5\text{cm}$

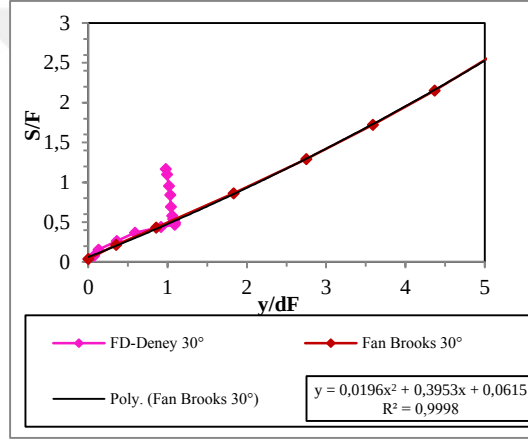
Şekil 4.70: $\theta=15^\circ$ için, düşey birinci seyrelmelerinin Fan ve Brooks (1969) sonuçları ile karşılaştırılması.



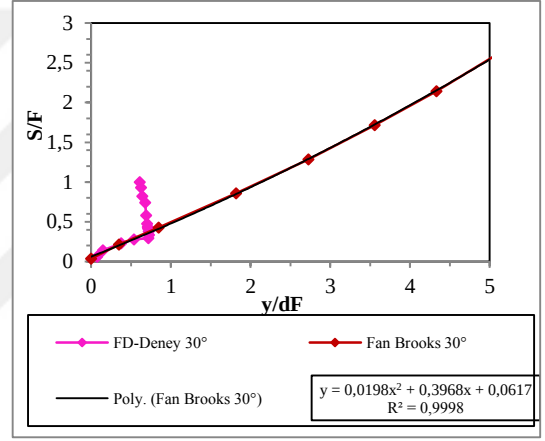
a. H=50cm



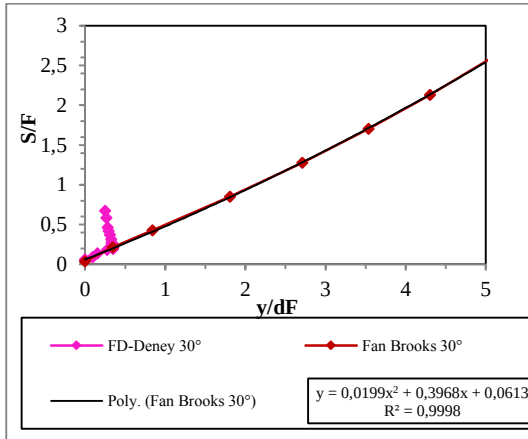
b. H=20cm



c. H=15cm

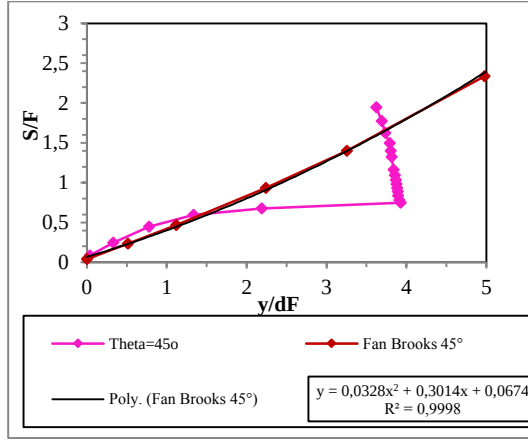
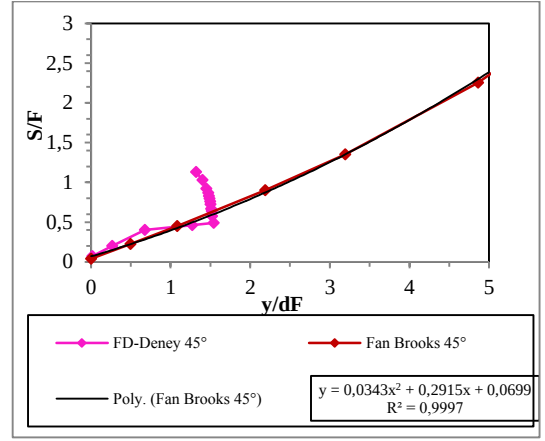
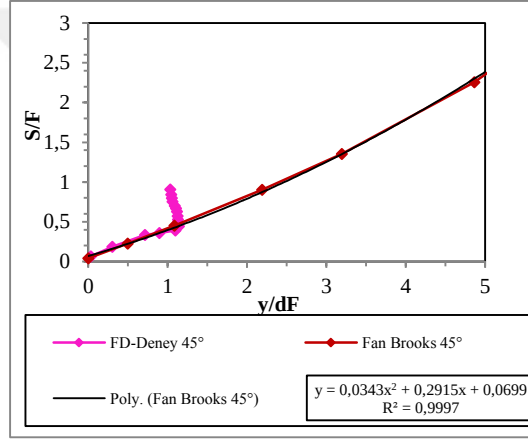
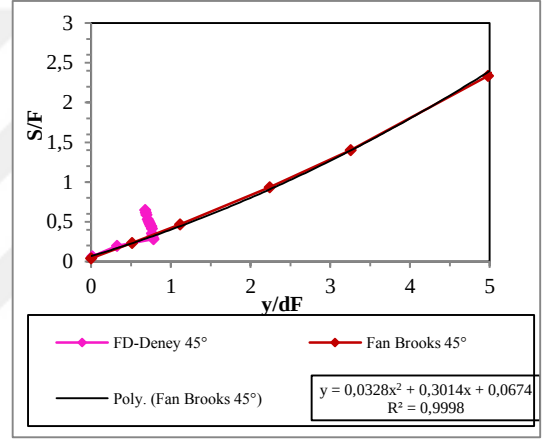
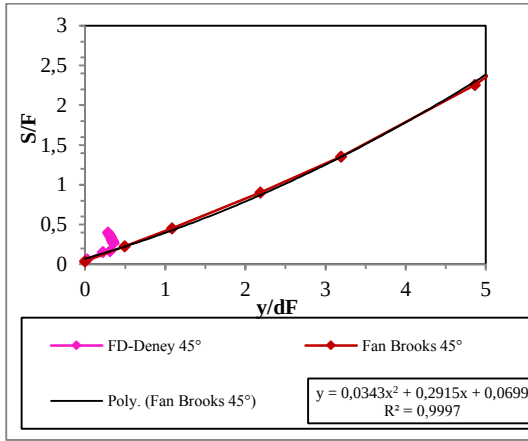


d. H=10cm

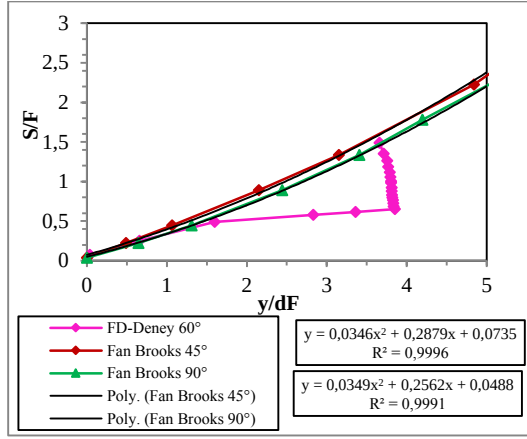
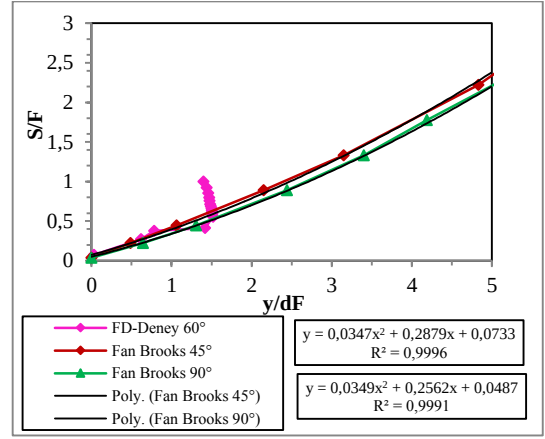
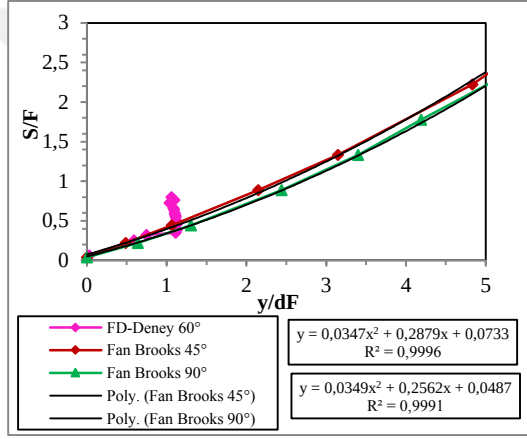
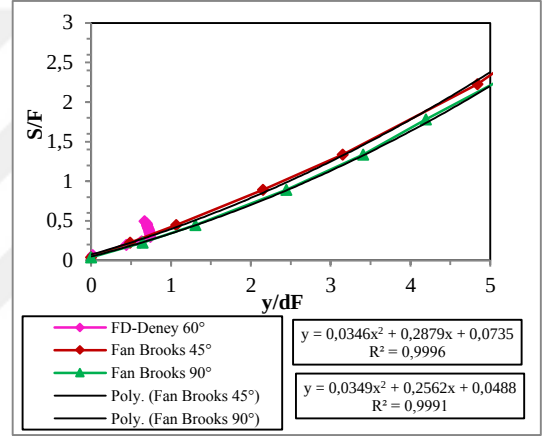
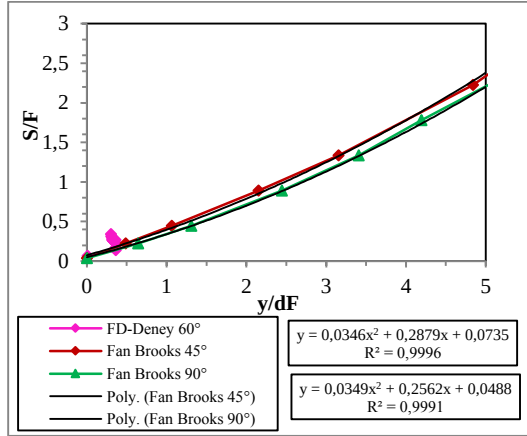


e. H=5cm

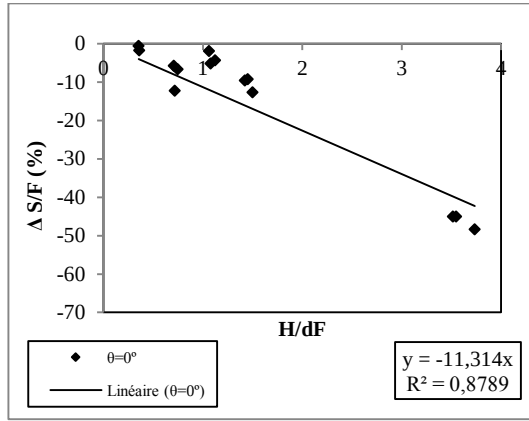
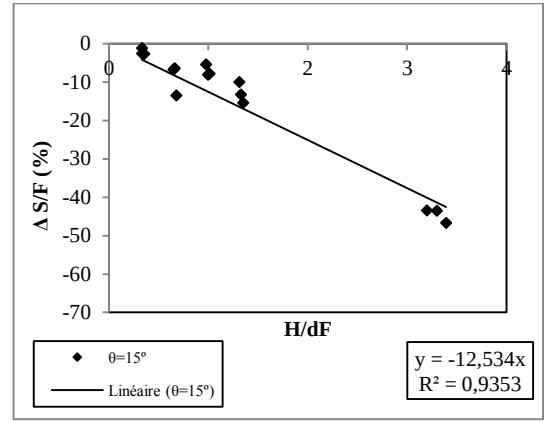
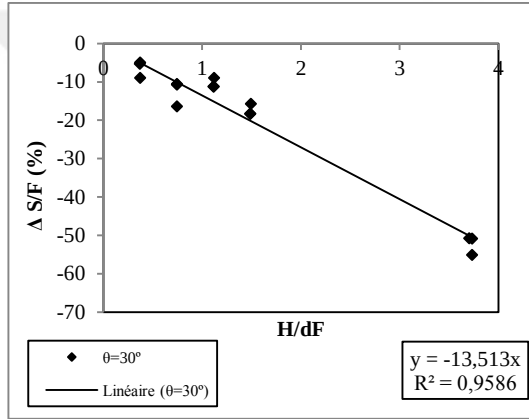
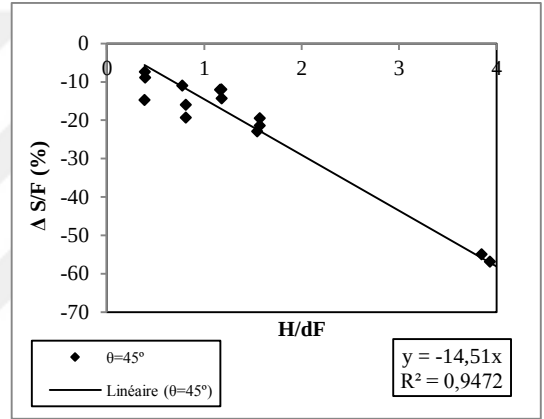
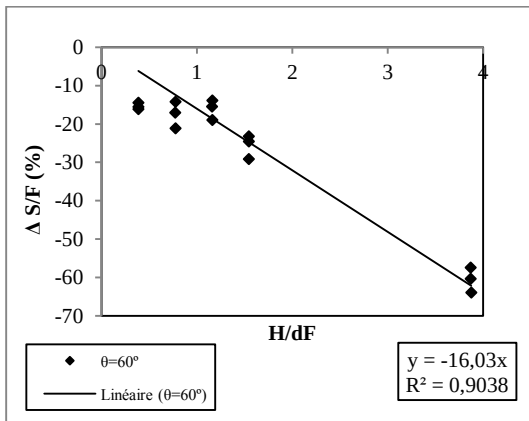
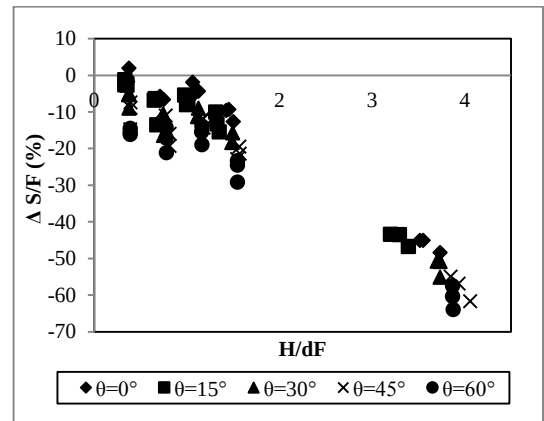
Şekil 4.71: $\theta=30^\circ$ için, düşey birinci seyrelmelerinin Fan ve Brooks (1969) sonuçları ile karşılaştırılması.

a. $H=50\text{cm}$ b. $H=20\text{cm}$ c. $H=15\text{cm}$ d. $H=10\text{cm}$ e. $H=5\text{cm}$

Şekil 4.72: $\theta=45^\circ$ için, düşey birinci seyrelmelerinin Fan ve Brooks (1969) sonuçları ile karşılaştırılması.

a. $H=50\text{cm}$ b. $H=20\text{cm}$ c. $H=15\text{cm}$ d. $H=10\text{cm}$ e. $H=5\text{cm}$

Şekil 4.73: $\theta=60^\circ$ için, düşey birinci seyrelmelerinin Fan ve Brooks (1969) sonuçları ile karşılaştırılması.

a. $H=50\text{cm}$ b. $H=20\text{cm}$ c. $H=15\text{cm}$ d. $H=10\text{cm}$ e. $H=5\text{cm}$ 

f. Bütün deşarj açıları için karşılaştırma

Şekil 4.74: H/dF - $\Delta S/F(\%)$ ilişkileri.

H/dF- $\Delta S/F(\%)$ modeli incelenen deşarj açıları 0° ila 60° aralığının tamamını kapsayan bir şekilde Eşitlik 4.5 formunda Eşitlik 4.6 olarak aşağıdaki gibi elde edildi:

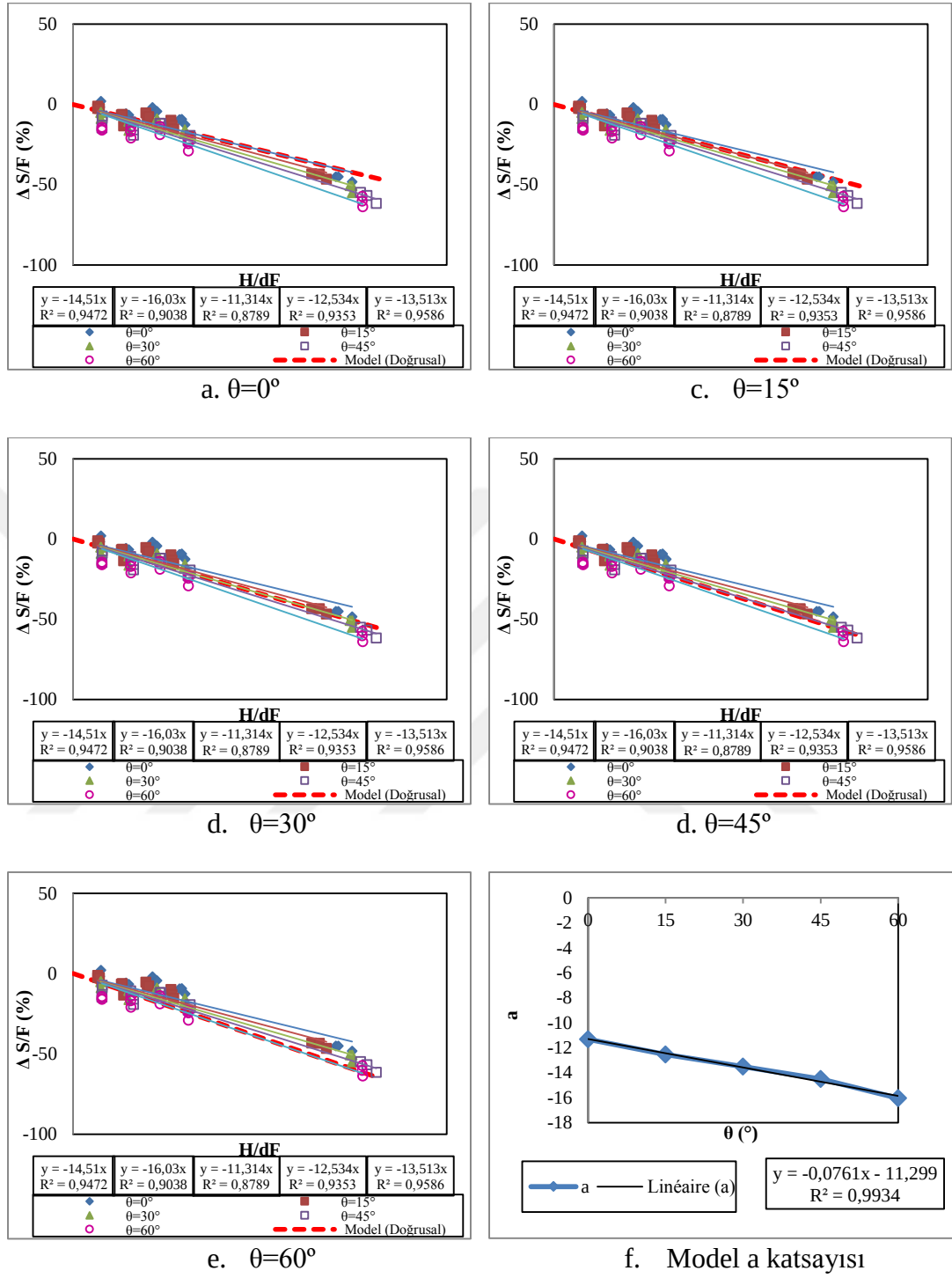
$$y = ax + b \quad (4.5)$$

$$\frac{\Delta S}{F}(\%) = (-0,0761\theta - 11,299) \left(\frac{H}{dF} \right) \quad (4.6)$$

Tablo 4.273'te model geçerlilik aralıkları verilmiştir ve tüm deneylerin H/dF- $\Delta S/F(\%)$ değerleri ile model sonuçları Şekil 4.75' te sunulmuştur. Ayrıca, bu matematik modeli oluşturan a katsayısının eğilim çizgisi ve eşitliği Şekil 4.75 (f)' de verilmiştir.

Tablo 4.273: H/dF- $\Delta S/F(\%)$ modeli geçerlilik aralıkları.

H/dF	$\theta=0^\circ$	$\theta=15^\circ$	$\theta=30^\circ$	$\theta=45^\circ$	$\theta=60^\circ$
	$\Delta S/F (\%)$	$\Delta S/F (\%)$	$\Delta S/F (\%)$	$\Delta S/F (\%)$	$\Delta S/F (\%)$
0	0	0	0	0	0
4,1	-46,3259	-51,0060	-55,6862	-60,3663	-65,046



Şekil 4.75: H/dF- $\Delta S/F(\%)$ deneysel ve model değerleri ile model katsayısı

5. TARTIŞMA VE SONUÇ

Durgun alıcı su ortamı içerisine $\Delta T_0 = +5^\circ\text{C}$ ısıtarak, dairesel delik çapı $d=0,5\text{cm}$ ve delik üzerindeki su yüksekliği $H= 50\text{cm}, 20\text{cm}, 15\text{cm}, 10\text{cm}$ ve 5cm olacak şekilde azaltılarak gerçekleştirilen sıcak su deşarjı deneylerinde, deşarj deliğinin yatayla yaptığı açı $\theta= 0^\circ, 15^\circ, 30^\circ, 45^\circ$, ve 60° için her bir deneyin üçer kez tekrarlanmasıyla elde edilen verilerin aritmetik ortalamalarının alınmış hallerinin karşılaştırılmasının sonuçları aşağıda tartışılmıştır:

Jet dış geometrisi incelendiğinde, gerçekleştirilen bütün deneylerde pozitif yüzen jetler oluştuğu belirlendi. Oluşan jetler yukarı yönlendirme açısının değeri arttıkça tabandan uzaklaşarak su yüzeyine doğru yöneldiler. Jet dış geometrisinin literatür ile uyumlu sonuçlar verdiği belirlendi. Su yüzeyine çarpma gerçekleştiğinde, jetler şekil değiştirerek yoğunluk akıntısı halini aldılar.

Çarpma noktası uzaklığı x_i , değerinin su derinliği H ile doğru orantılı olduğu belirlendi. Normalize hale getirilerek $H/dF=a \cdot \ln(x_i/dF)+b$ şeklinde modellenebileceği ortaya konuldu. $\theta=0^\circ, 15^\circ, 30^\circ, 45^\circ$ ve 60° için sırasıyla deneysel ve model $x_i/dF- H/dF$ ilişkisinin korelasyon katsayılarının $R^2=0,93$ ile $0,98$ aralığında olacak şekilde yüksek değerler aldığı tespit edildi. Bu çalışma sayesinde, azalan H değerlerine bağlı olarak x_i değerlerinin, incelenen θ değerleri için tahmin edilebileceği ortaya konuldu. Bu tahminlerin, $\theta=0^\circ$ ile 60° aralığındaki bu çalışmada incelenmeyen başka ara deşarj açıları için de yapılabileceği belirlendi.

Jet iç geometrisi ve boyuna sıcaklık dağılımlarının belirlenmesi için gerçekleştirilen bütün deneylerde incelenen tüm yukarı yönlendirme açıları için $x/dF-\Delta T$ yatay uzaklık ile boyuna yerel maksimum sıcaklık farkı değerlerinin literatürdeki dağılımlar ile uyumlu olduğu, ΔT değerlerinin çok kısa bir uzaklık içerisinde tıpkı soğuk su deşarjındakine benzer, ancak pozitif sıcaklık farkı şeklinde gerçekleştiği belirlendi. Yukarı yönlendirme açısı arttıkça $x/dF-\Delta T/F$ ilişkisinde aynı yatay uzaklıklar için daha

büyük $\Delta T/F$ değerlerine ulaşıldığı, bu eğilimin derinliğin azalmasıyla değişim göstermediği belirlendi.

Jet merkez eksenini normalize haldeki yörüngeleri x/dF - y/dF şeklinde elde edildiler. Gerçekleştirilen sıcak su deşarjları deliğin açılarına göre, deşarj derinliği H' ye bağlı olarak sıcak su deşarjı deneylerinin normalize edilmiş jet merkez eksenini yörüngelerinin x/dF - y/dF olarak deneysel ölçüm noktalarının tüm deneyler için jet merkez eksenleri, deşarj derinliklerinin azalmasına bağlı olarak, derinliklerin büyüklüğüyle doğru orantılı bir şekilde çarpma noktası derinlikleri ve yoğunluk akıntılarının içerisindeki merkez eksenlerin düşey konumları da azalmışlardır. Yoğunluk akıntısı içi merkez eksenleri, çarpma noktası sonrası yatay eksen boyunca hareket ederlerken, konumlarında aşağı yönlü hareket gözlenmiştir. Su yüzeyinde hidrolik sıçrama sonucu oluştuğu anlaşılan bu hareketin etkisinin derinliğin değeri azaldıkça, azaldığı, çarpma noktası sonrası merkez eksenin sığlaşma arttıkça yatay eksene göre paralelleştiği belirlenmiştir. Yatay deşarj için sıcak su jeti merkez eksen yörüngelerinin engellenmemiş, yani herhangi bir yüzeye çarpmamış kısımlarının, literatürde Katano vd., 1979'deki çalışmasında elde edilmiş soğuk su deşarjı için geliştirilmiş yöntemin Nemlioğlu'nun 2015'teki çalışması ile düşey koordinatların pozitif alınarak yeniden düzenlendiği hal ile çarpma noktasına kadar yüksek bir uyum içerisinde bulunduğu belirlendi.

Enkesit içi sıcaklık dağılımlarının ortaya konulması için gerçekleştirilen bütün deneylerde, jet enkesit içi sıcaklık dağılımları ($z-\Delta T$) Gauss dağılımına benzer bir kalıp oluşturduğu belirlendi. Ancak, eldeki deney yöntemi ile jetin genişliği kesin olarak her zaman tespit edilemediğinden, jet genişliği ile ilişkili parametreler bu çalışmaya dahil edilememiş ve dolayısıyla tam olarak Gauss dağılımına esas olan deneysel sonuç Gauss modeli karşılaştırması gerçekleştirilememiştir. Bu nedenle, ısı kirliliğinin maksimum seviyesinin deşarj deliği eksenine çalıştığı, x uzaklığı arttıkça ΔT değerlerinin azaldığı belirlenmesinin yanı sıra, jet genişliğine göre normalize edilmiş enkesit içi kirlilik karşılaştırması yapılamamıştır. Ancak, sıcaklık farkının boyuna dağılımla azalarak çarpma noktası sonrası yoğunluk tabakası içerisinde giderek yataylaştığı belirlendi.

Sıcak su jet merkez eksen yörüngeleri, x - y koordinatlarına göre incelendiklerinde, yukarı yönlendirme açısı değerleri arttıkça, kaynağa daha yakın güzergâh takip ettiler. Ancak, su yüzeyine değen x_1 çarpma noktası öncesinde, jetlerin genel eğrisel yukarı

yönlü çıkış eğrilerinin çarpma gerçekleşmeden çok önce sapmaya başladıkları belirlendi. Bu durumda, jet merkez eksenleri parabolik yapıdan bir “S eğrisi” şekline dönüşmektedirler. Yatay sıcak su deşarjında da benzer eğilim görülmekte olup, Katano vd.’nin 1979’daki serbest soğuk su deşarjı ile gerçekleştirdiği deneyler ile elde edilen amprik eşitliğin pozitif yüzen jet haline uyarlanmış şekli ile elde edilen yörünge eğrisi ile çarpma noktası öncesi yörünge sapması gözlenmiştir

Sığlaşmanın sıcak su deşarjında etki noktası seyrelmesine etkisi bakımından bu çalışmanın sonuçları ele alındığında, her bir yukarı yönlendirme açısı için sıcak su jetlerinin boyuna seyrelmelerinin sığlaşma ile incelenmesi, serbest jetlerin x-S dağılımları ile ve azaltılmış derinliklerdeki çarpma noktalarının seyrelme noktası uzaklıkları ve seyrelmelerinin x_1-S_1 değerlerinin karşılaştırılması şeklinde gerçekleştirildi. Sığlaşmanın birinci seyrelmeyi azalttığı, azalma miktarının daha yatay koşullarda daha fazla olduğu belilendi. Benzer incelemenin düşey y eksen yönünde gerçekleştirilmesi sonucunda, serbest sıcak su jetlerinin y-S dağılımlarının ve derinlik ile çarpma noktası seyselmesi H-S_i değişimlerinin normalize edilmiş olarak $y=ax^b$ şeklinde 0,74 ila 0,98 R² korelasyon değer aralığında ifade edilebildikleri belirlendi. Bu eğilim çizgisi modelleme sonucunda yapılan karşılaştırmalar sonucunda sığlaşıldıkça S_i değerinin azaldığı ve hatta H=5cm derinliğinde serbest jet ile çarpmış jet arasındaki seyrelme azalmasının $\Delta S_i/F(\%)$ olarak -79 mertebesine ulaşabildiği belirlenmiştir. Diğer yandan, elde edilen düşey seyrelme dağılımlarının serbest hal için ve çarpma noktasındaki seyrelme değerleri için pozitif yüzen jetler için en iyi bilinen deneysel veri ve serbest hal için seyrelme tahmin yöntemlerinden biri olan Fan ve Brooks’ un 1969’ daki çalışmasına göre bu çalışmadaki sonuçlar karşılaştırılarak, onların değerlerinden bu çalışmadan elde edilen sonuçların ne kadar fark ettikleri modellendi. Bu modelleme sayesinde, bu çalışmanın parametrik sınırları içerisinde, Fan ve Brooks’ un (1969) abaklarından yararlanılarak elde edilmiş veya elde edilebilecek düşey seyrelme değerlerinin gerek serbest ve gerekse çarpma noktasındaki hesaplamalarının düzeltililebileceği ortaya konuldu.

Bu çalışma sayesinde, sığ koşullarda su yüzeyine çarpmış haldeki sıcak su jetlerinin seyrelme değerlerinin çalışılan derinlik ve yukarı yönlendirme açıları aralığında ihtiyaç duyulan birinci seyrelme değerleri ve gerçekleştikleri konumları belirlendi. Ayrıca, ara

deşarj açısı değerleri için de seyrelme tahmini yapılabilecek eşitlik geliştirilerek, sıcak su deşarjında tasarımcılara sığ koşullarda bile seyrelme çözümü üretilebilmesi için gerekli veri kaynağı oluşturulu.

Gelecekte yapılabilecek diğer çalışmalar için şu konular incelenebilir: Bu çalışma ile serbest ve derinliği sınırlandırılmış yukarı yönlendirilmiş durgun ve yoğunluk tabakalaşması olmayan alıcı ortam içerisine, tekil dairesel bir delikten sıcak su deşarjının birinci seyrelmesi incelenmiştir. Gelecekte, aynı yönlü, karşı yönden veya yanal akıntılı koşullarda, yoğunluk tabakalaşması olan alıcı ortam durumlarında da benzer çalışmalar yapılabilir. Çalışmalar, tekil veya çok delikli yayıcılar için de gerçekleştirilebilir ve tasarımcılara sınırlı koşullardaki seyrelme değişimleri sunulabilirler.

KAYNAKLAR

- Abessi, O. and Saeedi, M., 2012, *Surface Discharge of Negatively Buoyant Effluent in Unstratified Stagnant Water*, Journal of Hydro-Environment Research, 6 (3), 181-193.
- Abraham, G., 1967, *Jets with Negative Buoyancy in Homogeneous Fluid*, J. Hydr. Res., 5 (4), 235-248.
- Ahmad, N. and Baddour, R.E., 2012, *Dilution and Penetration of Vertical Negatively Buoyant Thermal Jets*, Journal of Hydraulic Engineering-ASCE, 138 (10), 850-857.
- Akten, M. ve Akten S., 2008, *Kentsel Atık Su Yönetimi ve Atık Suların Yeniden Kazanımında Yapay Sulak Alanların Çevresel Sürdürülebilirlik Üzerindeki Etkileri*, TMMOB 2. Su Politikaları Kongresi, Mart, Ankara, Bildiriler Kitabı II: 483-492.
- Akyarlı, A.O., 1991, *Deniz Deşarjı Sistemlerinin Tasarımında Meto-Oşinografik Süreçlerin Etkisi*”, İller Bankası Genel Müdürlüğü Kanalizasyon Daire Başkanlığı, Deniz Deşarjında Proje, İnşaat ve Kontrol Hizmetleri Paneli, Ankara,Türkiye.
- Albagies, J., 1989, *Marine Pollution: an introduction in Marine Pollution*, Hemisphere Pub. Corp, USA.
- Anwar, H. O., 1992, *Spread of a Surface Plume in Unsteady and Steady Flows*, Proc. Instn. Civ. Engrs. Wat., Marit. & Energy, 96, June, 95-102.
- Baer, R.L. and Shermani, G.E., 1992, *Submarine Disposal of Mill Tailings from On-Land Sources- An Overview and Bibliography – Report No. OFR 89-92*, U.S. Department of the Interior Bureau of Mines.
- Bamber, R.N., 1995, *the Influence of Rising Background Temperature on the Effects of Marine Thermal effluents*, Conference: Joint Meeting of the British-Ecological-Society/Society-for-Experimental-Biology - Effects of Rising Temperature on the Ecology and Physiology of Aquatic Organisms Location: Durham Univ, Durham, England date: Jan, 1994, Sponsor(S): Brit Ecol Soc; *Soc Exptl Biol journal of Thermal Biology*, 20 (1-2), 105-110.
- Bashitalshaaer, R., and Larson, M., 2012, *an Experimental Investigation on Inclined Negatively Buoyant Jets*, Water, 4 (3), 720-738.

- Bemis, K., et al., 2006, *a Particle Sedimentation Model of Buoyant Jets: Observations of Hydrothermal Plumes*, Conference: 3rd International Symposium on Hydrothermal Vent and Seep Biology Location: La Jolla, Ca Date: Sep 12-16, 2006 , Sponsor(S): Natl Sci Fdn; Ridge 2000 Program; Scripps Inst Oceanog; Census Marine Life; Noaa Undersea Res Program; Minerals Management Serv; Noaas off Ocean Explorat; Interridge; New Englandbiolabs Cahiers de Biologie Marine, 47 (4), 379-384.
- Bemporad, G.A., 1994, *Simulation of Round Buoyant Jet in Stratified Flowing Environment*, Journal of Hydraulic Engineering-ASCE, 120 (5), 529-543.
- Berkün, M., 2006, *Atık su arıtma ve deniz deşarjı yapıları*, Seçkin Yayıncılık A.Ş., Ankara, 975 02 0266 X.
- Berkün, M., ve Nemlioğlu, S., 1995, *Deniz Deşarjı Yayıcıları İç Akış Hidrolik Parametrelerinin ve Yayıcı Özelliklerinin Boyutlandırma Üzerindeki Etkisi*, TMMOB İnşaat Mühendisliği XIII. Teknik Kongresi, Ankara, 499-512.
- Berkün, M., ve Nemlioğlu, S., 1996, *Deniz Deşarjı Yayıcı Hidroliğinde Deşarj Katsayısı, Sürtünme Katsayısı ve Atık Su Yoğunluğu İlişkilerinin İncelenmesi*, I. Ulusal Kıyı Mühendisliği Sempozyumu, Samsun, 191-194.
- Bleninger, T. and Jirka, G.H., 2010, *Desalination Plant Discharge Calculator*, Gerhard Conference: Conference on Desalination for the Environment Location: Baden Baden, Germany Date: May 17-20, 2009, Desalination and Water Treatment, 13 (1-3), 156-173.
- Bleninger, T. and Jirka, G.H., 2008, *Modelling and Environmental Sound Management of Brine Discharges from Desalination Plants*, Science Direct, Desalination, 221, 585-597.
- Bleninger, T., 2006, *Coupled 3D Hydrodynamic Models for Submarine Outfalls: Environmental Hydraulic Design and Control of Multiport Diffusers*, Thesis, Institute for Hydromechanics, University of Karlsruhe.
- Bleninger, T. and Jirka, G.H., 2005, *Environmental Hydraulics and Sustainable Water Management*, ifh.uni-karlsruhe.de, Almanya.
- Blumberg, A.F. and Ziegler, C.K., 1996, *Modeling Outfall Plume Behavior Using Far Field Circulation Model*, Journal of Hydraulic Engineering-ASCE, 122 (11), 610-616.
- Brooks, N.H., 1972, *Dispersion in Hydrologic and Coastal Environments*, California Institute of Technology, KH-R-29.

- Brooks, N.H., 1970, *Conceptual Design of Submarine Outfalls-II: Hydraulic Design of Diffusers*, California Institute of Technology, W. M. Keck Laboratory of Hydraulics and Water Resources, Technical Memorandum 70-2 (January).
- Brooks, N.H., 1960, *Dispersion in Hydraulic and Coastal Environments*, W. M. Keck Lab. of Hydraulics and Water Resources, California Institute of Technology, Rep. KH-R-29.
- Butler, D. and Ackers, J., 2003, *Self-cleansing Sewer Design Based On Sediment Transport Principles*, Journal of Hydraulic Engineering, American Society of Civil Engineering-ASCE, 291-297.
- Caderwall, K., 1968, Chalmers Inst. Tech., Report No.42, Gothenburg, Sweden.
- Canlı, M. ve Atlı, G., 2002, *The Relationships Between Heavy Metal (Cd, Cr, Cu, Fe, Pb, Zn) Levels and the Size of Six Mediterranean Fish Species*, Environmental Pollution, 121, 129-136.
- Carvalho, J.L.B. and Roberts, P.J.W., 2002, *Field Observations of Ipanema Beach Outfall*, Journal of Hydraulic Engineering, 128 (2), 151-160.
- Castilla, J.C. ve Nealler, E., 1978, *Marine Environmental Impact Due to Mining Activities of El Salvador Copper Mine*, Chile, Marine Pollution Bulletin, 9, 67-70.
- Cheng, H.E., 2009, *Temperature Impact of the Industrial Cooling Water Discharges in a Long Boat Slip of Hamiltonharbour*, Water Quality Research Journal of Canada, 44 (3), 221-231.
- Cormix, 2009, *CORMIX Mixing Zone Model : CORMIX2 : Multi-Port Discharges (online)*, <http://www.cormixinfo/CORMIX2.php#alt#>
- Çevre ve Orman Bakanlığı, “Su Kirliliği Kontrolü Yönetmeliği”, Resmi Gazete, Sayı: 25687 (31.12.2004).
- DANIDA (Danish International Development Agency), WHO (World Health Organization), *Coastal Pollution Control Volume III*, Danimarka (1978).
- Darakas, E. and Koumoulidou T., 2009, *Fecal Indicator Bacteria Declines via a Dilution of Wastewater in Seawater*, Desalination, 248, 1008-1015.
- Darama, S., 2009, *Yoğun Atıksu Deşarjının Birinci Seyrelmesinde Görünür Saçak Modelinin Uygulanması*, Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü.

- Davidson, M.J. and Pun, K.L., 2000, *Locating Discharge Trajectories in Still and Moving Ambient Fluids*, Journal of Hydraulic Engineering-ASCE, 126 (7), 513-524.
- Davidson, M.J., 1989, *The behaviour of single and multiple, horizontally discharged, buoyant flows in a non-turbulent coflowing ambient*, Report 89-3, PhD Thesis, Department of Civil Engineering, University of Canterbury, Christchurch, New Zealand.
- Davis, L.R., 1999, *Fundamentals of Environmental Discharge Modeling*, CRC Press, Florida, USA, ISBN: 0-8493-9657-3.
- Davis, Jr.R.A, 1991, *Oceanography, An Introduction To The Marine Environment*, 2nd ed., Wm.C. Brown Publisher, Dubuque, USA, ISBN: 0-697-06258-9.
- Doneker, R.L. and Jirka, G.H., 2004, *Pollutant Transport and Mixing Zone Simulation of Sediment Density Currents*, Journal of Hydraulic Engineering, 130 (4), 349-359.
- Doneker, R.L. and Jirka, G.H., 2001, *CORMIX-GI Systems For Mixing Zone Analysis of Brine Wastewater Disposal*, Desalination, 139 (1-3), 263-274.
- Egemen, Ö., 2000, *Çevre ve Su Kirliliği*, Ege Üniversitesi Su Ürünleri Fakültesi Yayınları, No:42, İzmir, 120.
- Ellis, D.V. and Hoover, P.M., 1990, *Benthos Recolonizing Mine Tailings in British Columbia Fjords*, Marine Mining, 21, 59-99.
- Ellis, D.V. and Ellis, K., 1994, *Very Deep STD*, Marine Pollution Bulletin, 28, 472-476.
- Ellis D.V. and Horne I., 1995, *Review of 23 Years of STD: Island Copper Mine Canada*, Marine Georesources and Geotechnology, 13, 59-99.
- Erkebay, Ş., 2002, *Derin Deniz Deşarjı ile Boşaltılan Atıkların Yayılım ve Etkilerinin İzlenmesi ve Modellenmesi*, Yüksek Lisans Tezi, KTÜ, Fen Bilimleri Enstitüsü, Trabzon.
- Etemad-Shahidi, A. and Zoghi, M.J., 2010, *An Alternative Data Driven Approach for Prediction of Thermal Discharge Initial Dilution Using Tee Diffusers*, International Journal of Environmental Science and Technology, 7 (1), 29-36.
- Etemad-Shahidi, A. and Azimi, A.H., 2007, *Simulation of Thermal Discharges Using Two Mixing Zone Models*, Journal of Coastal Research, 50, 663-667.

- Falconer, R., 1992, *Flow and water quality modelling in coastal and inland waters*, Journal of Hydraulics Research, 30 (4), 437-452.
- Fernando, H.J.S. and Zangrando, F., 1991, *Interfacial Mixing Caused by Turbulent Buoyant Jets*, Journal of Hydraulic Engineering,-ASCE, 117 (1), 1-20.
- Fischer, H.B. and Brooks, N.H., 1979, *Mixing in Inland and Coastel Waters*, Academic Press, Inc., New York.
- Fox, D.G., 1970, *Forced Plume in a Stratified Fluid*, Journal of Geophysical Research, 75 (33), 6818-6835.
- Frick W.E., et al., 2003, *Dilution Models for Effluent Discharges, 4th Edition (Visual Plumes)*, U.S. Environmental Protection Agency, Georgia, USA, 279-293.
- Fry, D. and Adams, E.E., 1983, *Confined Radial Buoyant Jet*, Journal of Hydraulic Engineering-ASCE, 109 (9), 1185-1202.
- Ganguli, R., et al., 2002, *STADES: An Expert System for Marine Disposal of Tailings*, Mining Engineering, 54 (4), 29-34.
- Geldiay, R. ve Kocataş, A., 1998, *Deniz Biyolojisiine Giriş İzmir*, 48-53 s.
- Grace, R.A., 1978, *Marine outfall systems planning, design and construction*, Prentice-Hall, Inc., Englewood Cliffs, New Jersey, 0-13-556951-6.
- Gross, E.S. and Koseff, J.R., 1999, *Three-Dimensional Salinity Simulations of South San Francisco*, Journal of Hydraulic Engineering, 125 (11), 1199-1209.
- Günay, A.R., 2011, *Deniz Deşarjı Sistemlerinde Farklı Geomerik Özelliklere Sahip Difüzörlerin Seyrelme Üzerine Etkisi*, Yüksek Lisans Tezi, Celal Bayar Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü.
- Habibi, K. and Amiri, S., 2013, *Study of Mixed Convection Characteristics of Confined Planar Jet Impingement Using the Direct temperature Gradient Interferometric Method*, International Journal of Thermal Sciences, 71, 205-215.
- Hamed, M.A. and Emara, A.M., 2006, *Marine Mollusc as Biomonitors for Heavy Metal Levels in the Gulf of Suez, Red Sea*, Journal of Marine Systems, 60, 220-234.
- Holly, F.M. and Grace, Jr., J.L., 1972, *Model Study of Dense Jet in Flowing Fluid*, Journal of the Hydraulics Division-ASCE, 98 (HY11), 1921-1933.

- Horton P.R., et al., 1995, *Northwest New Territories Sewage Outfall. Urmston Road*. Hong Kong: tideflex check valve testing, Rep 95/19. Water Research Laboratory, University of New South Wales, Australia.
- Huai, W.X., et al., 2008, *Behavior of Near-Field Dilution of Thermal Buoyant Jet Discharged Horizontally in Compound Open-Channel*, Applied Mathematics and Mechanics-English Edition, 29 (2), 263-271.
- IIED., 2002, *Mining for the Future: Appendix A:Large Volume Waste Working Paper*, Mining, Minerals and Sustainable Development Project Report. International Institute for Environment and Development.
- Ingleton, T. and McMinn, A., 2012, *Thermal Plume Effects: a Multi-Disciplinary Approach for Assessing Effects of Thermal Pollution On estuaries Using Benthic Diatoms and Satellite Imagery*, Estuarine Coastal and Shelf Science, 99, 132-144.
- James, W.S. and Kim, K., 1983, *Dilution of a Dense Vertical Jet*, Journal of Environmental Engineering-ASCE, 109 (6), 1273-1283.
- Jirka, H.G. and Hinton, W.S., 1996, *User's Manual for CORMIX: A Hydrodynamic Mixing Zone Model and Decision Support System for Pollutant Discharges into Surface Waters*, United States Enviromental Protection Agency (US EPA), 823-K-07-001.
- Jirka, G.H. and Doneker, R.L., 1991, *Hydrodynamic Classification of Submerged Single-Port Discharges*, Journal of Hydraulic Engineering-ASCE, 117 (9), 1095-1112.
- Jirka, G.H., and Akar, P.J., 1991, *Hydrodynamic Classification of Submerged Multiport-Diffuser Discharges*, Journal of Hydraulic Engineering-ASCE, 117 (9), 1113-1128.
- Jones, G.R., et al., 2007, *Buoyant Surface Discharges into Water Bodies. I: Flow Classification and Prediction Methodology*, Journal of Hydraulic Engineering-ASCE, 133 (9), 1010-1020.
- Jones, D.G. and Baddour, R.E., 1991, *Vertical Thermal-Buoyant Jets*, Journal of Hydraulic Research, 29 (5), 601-613.
- Kanber, M., 2005, *Deniz Deşarjında Seyrelme Modellemesi*, Yüksek Lisans Tezi, Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü.
- Kang, S.W., et al., 1999, *Near- Field Dilution of Wastewater Effluents Discharged from Submarged Ocean Outfalls in Masan Bay-KSCE* Journal of Civil Engineering, 3 (4), 395-405.

- Katano, N., et al., 1979, *Experimental Study on Diffusion of Buoyant Jet of Cold Water*, Abiko Research Laboratory, Central Research Institute of Electric Power Industry (in Japanese), Tech. Rep, No. 378560.
- Kikkert, G.A. and Davidson, M.J., 2007, Inclined Negatively Buoyant Discharges, *Journal of Hydraulic Engineering-ASCE*, 133 (5), 545-554.
- Ng, K.C. et al, 2013, *Adsorption Desalination: an Emerging Low-Cost Thermal Desalination Method*, *Desalination*, 308, 161-179.
- Kocataş, A., 1993, *Oceanoloji, Deniz Bilimlerine Giriş*, Ege Üniversitesi Basımevi, İzmir.
- Koç, T., 2008, *Deniz Deşarjı Sistemlerinde T_{90} 'in Tayini ve Sistem Boyutlandırması Üzerindeki Etkisi*, Yüksek Lisans Tezi, Karadeniz Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü.
- Koh, R.C.Y. and Brooks, N.H., 1975, *Fluid Mechanics of Wastewater Disposal in The Ocean*, Annual Review of Fluid Mechanics, 7, Palo Alto, California, ss: 187-211.
- Kumar, R., 2014, *Computational Models for Turbulent Thermal Plumes: Recent Advances and Challenges*, *Heat Transfer Engineering*, 35 (4), 367-383.
- Lai, C.K. and Lee, J.H., 2014, *Initial Mixing of Inclined Dense Jet in Perpendicular Crossflow*, *Environmental Fluid Mechanics*, 14 (1), 25 - 49.
- Lee, J.H.W., 2012, *Dynamic Interaction of Multiple Buoyant Jets*, *Journal of Fluid Mechanics*, 708, 539-575.
- Lale, B., 2013, *Modelling of Dilution of Thermal Discharges in Enclosed Coastal Waters*, *Research Journal of Chemistry and Environment*, 17 (10), 82-89.
- Lee, J.H.W., and Jirka, G.H., 1983, *Vertical Round Buoyant Jet in Shallow-Water – Closure*, *Journal of Hydraulic Engineering-ASCE*, 109 (3), 494-496.
- Lyu, S. and Seo, Il.W., 2013, *Experimental Investigation on Behavior of Multiple Vertical Buoyant Jets Discharged into a Stagnant Ambient*-KSCE, *Journal of Civil Engineering*, 17 (7), 1820-1829.
- MacDonald, D.G., 2009, *Enhanced Surface Cooling as an Alternative for Thermal Discharges*, *Journal of Environmental Engineering-ASCE*, 135 (12), 1326-1337.
- Madden, N. and Lewis, A., 2013, *Thermal Effluent from The Power Sector: an Analysis of Once-Through Cooling System Impacts on surface Water*

Temperature, Environmental Research Letters, 8 (3), Article Number: 035006.

Massachusetts Water Resources Authority, 2000, MWRA sewer history [online], Boston, MassachusettsMWRA.<http://www.mwra.com/03sewer/html/sewhist.html> [Ziyaret tarihi: 17 Mayıs 2016].

Mazaheri, S., 2008, *Hydro Thermodynamic Modeling of an Outfall System Discharging into the Near Shore Area Considering the Environmental Conditions*, Book Group Author(S): ASME conference: 27th International Conference on Offshore Mechanics and Arctic Engineering Location: Estoril, Portugal Date: Jun 15-20, 2008, Sponsor(S)-ASME, Ocean, Offshore and Arct Engn Div, Proceedings of The 27th International Conference on Offshore Mechanics and Arctic Engineering - 2008, 4, 31-41.

McDougall, T.J., 1981, *Negatively Buoyant Vertical Jets*, Tellus, 33 (3), 313-320.

Mehaddi, R. and Candelier, F., 2013, *Naturally Bounded Plumes*, Journal of Fluid Mechanics, 717, 472-483.

Mendez-Diaz, M.M. and Jirka, G.H., 1996, *Buoyant Plumes from Multiport Diffuser Discharge in Deep Coflowing Water*, Journal of Hydraulic Engineering-ASCE, 122 (8), 428-435.

Morton, B.R., 1959, *Forced Plumes*, J. Fluid Mech., 5, Part 1, 151-163.

Motz, L.H., and Benedict, B.A., 1972, *Surface Jet Model for Heated Discharges*, Journal of the Hydraulics Division-ASCE, 98, No. HY1, 181-199.

Muhammetoğlu, H. ve Topkaya, B., 2003, *Antalya Deniz Deşarjı Çevresinde Deniz Suyu Kalitesinin İzlenmesi*, Teknik Rapor no: RU.00-02-20, Antalya.

Nemlioğlu, S., 2015, *Duckbill Elastomer Check Valve Use Effects on Domestic Wastewater Discharging Marine Outfalls Initial Dilution Performance Improvement*, Desalination and Water Treatment, 57 (6), 2576-2581.

Nemlioğlu, S., and Sezgin, N., 2013, *Use of Duckbill Valve on Horizontal Cold Water Discharge Initial Dilution*, 6th International Perspectives on Water Resources and the Environment Conference, January 7-9, pp. 55.

Nemlioğlu, S., 2006, *Yayıcılardandeşarj edilen yoğun atıksuların hidrodinamiğinin ve karışmasının deneysel olarak incelenmesi*, TÜBİTAK Yurt Dışı Doktora Sonrası Araştırma Burs Programı Proje Sonuç Raporu, Proje No: 647-1793.

- Nemlioğlu, S., 2003, *Soğuk deşarjda birinci seyrelmenin incelenmesi*, Doktora Tezi, İstanbul Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü.
- Nemlioğlu, S., 2002, *Marine Outfall Lifetime Improvement by Changing Port Type of Diffuser Pipe in the Black Sea*, Fresenius Environmental Bulletin, 11 (9b), 647-651.
- Nemlioğlu, S., 2001, *Improvement of Low Hydraulic Performance of Sea Outfalls Using Bell Mouthed Ports in the Black Sea*, Fresenius Environmental Bulletin, 10 (4), 392-395.
- Nemlioğlu, S., 1996, *Deniz Deşarjı Yayıncıları İç Akış Hidrolik Parametrelerinin ve Yayıcı Özelliklerinin Boyutlandırma Üzerindeki Etkisi*, Yüksek Lisans Tezi, K.T.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü, Trabzon.
- Nişel, G., 1977, *Nature and Oceanography Along the Coastal Strip of Turkey*, Sea Disposal of Wastes from Small and Medium-Sized Communities, adlı kısa kurs. ODTÜ, İTÜ ve WHO, Ekim 1977, Ankara-İstanbul.
- Oliver, C.J. and Davidson, M.J., 2013, *Removing the Boundary Influence on Negatively Buoyant Jets*, Environmental Fluid Mechanics, 13 (6), 625-648.
- Orhon, D., ve diğ., 2002, *Su Yönetimi ve Sürdürülebilir Kalkınma Ön Raporu*, Çevre ve Sürdürülebilir Kalkınma Paneli, İstanbul.
- Özhan, E., 1976, *Denizde Atık Suların Yayılması*, Deniz Kirlenmesi Ve Atık Suların Denize Deşarjı – I; Bölüm VII, Üniversite Sonrası Kursları, O.D.T.Ü., Çevre Mühendisliği Bölümü, Ankara.
- Öztürk, İ., 1996, *Atıksu Ön Arıtma ve Deniz Deşarj Sistemleri*, İstanbul Teknik Üniversitesi Yayınları, İstanbul, ss: 238.
- Pantokratoras, A., 1999, *Vertical Penetration of Inclined Heated Water Jets Discharged Downward*, Journal of Environmental Engineering-ASCE, 125 (4), 389-393.
- Pantokratoras, A., 1998, *Horizontal Penetration of Inclined Thermal Buoyant Water Jets*, Int. Comm. Heat Mass Transfer, Elsevier, 125 (4), 561-569.
- Papakonstantis, I.G. and Christodoulou, G.C., 2011, *Inclined Negatively Buoyant Jets 1: Geometrical Characteristics*, Journal of Hydraulic Research, 49 (1), 3-12 Article Number: PII 933308831.
- Papakonstantis, I.G. and Christodoulou, G.C., 2008, *Discussion of "Inclined Negatively Buoyant Discharges" By G.A. Kikkert, M.J. Davidson, and R.I. Nokes*, Journal of Hydraulic Engineering-ASCE, 134 (12), 1782-1784.

- Pinheiro, A.C.D.F.B. and Ortiz, J.P., *Comparative Analysis of Heated Water Dispersion in Stillwater Body Using Software CORMIX 1, PHOENICS and PLUMAC* 2.2.
<http://iahr.org/membersonly/grazpoceedings99/pdf/do79.pdf>,
 15.03.2016.
- Plourde, F., et al., 2008, *Direct Numerical Simulations of a Rapidly Expanding Thermal Plume: Structure and Entrainment Interaction*, Journal of Fluid Mechanics, 604, 99-123.
- Rajaratnam, N. and Langat, J.K., 1995, *Mixing Region of Circular Turbulent Wall Jets in Cross Flows*, Journal of Hydraulic Engineering-ASCE, 121 (10), 694-698.
- Rashed, M.N., 2001, *Monitoring of Environmental Heavy Metals in Fish for Nasser-Lake*, Environmental International, 27, 27-33.
- Rawn, A.M., et al., 1960, *Diffusers for Disposal of Sewage in Sea Water*, Journal of the Sanitary-ASCE, 86 (2), 65-105.
- Resmi Gazete, 2004, *Rekreasyon amacıyla kullanılan kıyıve deniz sularının sağlanması gereken standart değerleri hakkında karar, Su Kirliliği Kontrolü Yönetmeliği*, Başbakanlık Basım Evi, 25687.
- Ridge, M.M., 2002. *Three Dimensional Simulation of Pollutant Dispersion in Coastal Waters*. Ph.D. Thesis, Universitat de Barcelona, Barcelona, 301 pp.
- Roberts, P.J.W. and Tian, X., 2011, *Physical Model Study of an Alternating Diffuser for Thermal Discharge*, Journal of Hydraulic Engineering-ASCE, 137,(9) Pages: 1027-1036.
- Roberts, P.J.W., et al., 2010, *Marine Wastewater Outfalls and Treatment Systems*, IWA Publishing, London UK, ISBN 10: 1843391899.
- Roberts, P.J.W. and Tian, X., 2004, *New Experimental Techniques for Validation of Marine Discharge Models*, Environmental Modelling and Software, 19, 691-699.
- Roberts, P.J.W., 1999, *Modeling Mamala Bay Outfall Plumes.I: Near Field*, Journal of Hydraulic Engineering, 125 (6), 564-573.
- Roberts, P.J.W. and Sternau, R., 1997, *Mixing Zone Analysis for Coastal Wastewater Discharge*, Journal of Environmental Engineering-ASCE, 123 (12), 1244-1250.
- Roberts, P.J.W., et al., 1997, *Mixing in inclined dense jets*, Journal of hydraulic engineering-ASCE, 123 (8), 693-699.

- Roberts, P.J.W. and Snyder, W.H., 1993a, *Hydraulic Model Study for The Boston Outfall, Riser Configuration*, Journal of Hydraulic Engineering-ASCE, 119 (9), 970-987.
- Roberts, P.J.W., and Williams, N., 1992, *Modeling of Ocean Outfall Discharges*, Water Science of Technologies, 9, 155-164.
- Roberts, P.J.W., et al., 1989a, *Ocean Outfalls I: Submerged Waterfield Formation*, Journal of Hydraulic Engineering-ASCE, 115 (1), 1-25.
- Roberts, P.J.W., et al., 1989b, *Ocean Outfalls II: Spatial Evolution of Submerged Wastefield*, Journal of Hydraulic Engineering-ASCE, 115 (1), 26-48.
- Roberts, P.J.W., et al., 1989c, *Ocean Outfalls III: Effect of Diffuser Design on Submerged Wastefield*, Journal of Hydraulic Engineering-ASCE , 115 (1), 49-70.
- Roberts, P.J.W., et al., 1988, *Ocean Outfall Systems for Dense and Buoyant Effluents*, Journal of Environmental Engineering-ASCE, 114 (5), 1175-1191.
- Roberts, P.J.W., et al., 1984, *Weymouth and Portland marine treatment scheme: tunnel outfall and marine treatment works Proc.*, Inst. of Civil Engrs., 76., Part I, 117-143.
- Roberts, P.J.W., 1979, *Line Plume and Ocean Outfall Dispersion*, Journal of hydraulic engineering-ASCE, 105 HY4, 313-330.
- Roberts, P.J.W., 1977, *Dispersion of Buoyant Waste Water Discharged from Outfall Diffusers of Finite Length*, California Institute of Technology, W. M. Keck Laboratory of Hydraulics and Water Resources, Report No. KH-R-35.
- Rona, P.A., et al., 2006, *Entrainment and Bending in a Major Hydrothermal Plume*, Main Endeavour Field, Juan De Fuca Ridge, Geophysical Research Letters, 33 (19), Article Number: L19313.
- Salas, H.J., 1998, *Submarine Outfalls General Overview, Basic Design Concepts and Data Requirements for Latin America and the Caribbean*, Pan American Center For Sanitary Engineering and Environmental Sciences (CEPIS).
- Sharp, J.J., 1971, *Unsteady Spread of Buoyant Surface Discharge*, Journal of the Hydraulics Division-ASCE, 97 (HY9), 1471-1492.

- Sharp, J.J. and Moore, E., 1987, *Estimation of Dilution in Buoyant Effluents Discharged into a Current*, Proc. Instn. Civ. Engrs., Part 2, 83, March, 181-196.
- Samsunlu, A., et al., 1995, *Problems Related to Existing Marine Outfall: Marmaris-an Example*, Water Science and Technology, 32 (2), 225-231.
- Seo, Il.W., et al., Edited By: Tan, S.k. and Huang, 2010, *Modeling Mixing of Cooled Water Discharge By LNG Terminal*, Zh conference: 5th International Conference on Asian and Pacific Coasts Location: Singapore, Singapore Date: Oct 13-18, 2009proceedings of the 5th International Conference on Asian and Pacific Coasts, 2, 224-231.
- Sezgin, N., 2015, *Investigation of Horizontal Cold Water Discharge Initial Dilutions at Various Temperature Differences Using Duckbill Valve*, Desalination and Water Treatment, 57 (6), 2437-2445.
- Shahidi, A.E. and Azimi, A.H., 2003, *Testing the CORMIX 2 and VISJET Models to Predict the Dilution of San Francisco Outfall*, Difuse Pollition Conference, Dublin, 6-129, 6-133.
- Shankar, N.J., et al., 1997, *Multilevel finite difference model for three-dimensional hydrodynamic circulation*, Journal of Ocean Engineering, 24 (9), 785-81.
- Simon, C.A. and Kwong, K.Y.T., 2004, *Deep Sea Tailings Placement: Critical Review of Environmental Issue*, A Review Jointly Undertaken by CSIRO Australia and CANMET Canada, Canada.
- Stamou, A.I. and Nikiforakis, I.K., 2013, *Integrated Modelling of Single Port, Steady-State Thermal Discharges in Unstratified Coastal Waters*, Environmental Fluid Mechanics, 13 (4), 309-336.
- Tatom, F.B., 1985, *Errors from Using Conservation of Buoyancy Concept Plume Computations*, Journal of Hydraulic Engineering-ASCE, 111 (6), 1005-1009.
- Thomann, R. and Mueller, J., 1987, *Principles of Surface Water Quality Modelling and Control*, Harper and Row Publishers, New York, USA.
- Thurman, H.V., 1994, *Introductory Oceanography*, 7th ed., Maxwell Macmillan International, New York Oxford, Singapore, Sydney, ISBN 0-02-420811-6.
- Tian, X., et al., 2004a, *Marine wastewater discharges from multiport diffusers. II: Unstratified flowing water*, Journal of Hydraulic Engineering, 130 (12), 1147-1155.

- Tian, X., et al., 2004b, *Marine wastewater discharges from multiport diffusers. I: Unstratified stationary water*, Journal of Hydraulic Engineering, 130 (12), 1137-1146.
- Topkaya, B., 1997, *Antalya Kenti Evsel Atık Su Arıtma Tesisi Projesi ve Çevresel Etkileri*, Çevre Enerji Kongresi, Antalya Sempozyumu, Türkiye'nin Enerji Politikaları Paneli, Nisan, Ankara, Bildiriler Kitabı; 157-170.
- Turner, J.S., 1966, *Jets and Plumes with Negative or Reversing Buoyancy*, J. Fluid Mech., 26, Part 4, 779-792.
- T.C. Resmi Gazete, 2008, *Su Kirliliği Kontrolü Yönetmeliği (SKKY)*, 1. Bölüm, Derin Deniz Deşarjıyla Alıcı Ortama Boşaltım, 26786, 33.
- Url-1, <http://web.deu.edu.tr/atiksu/ana58/bolum09.pdf.htm>, Deniz Deşarjı Uygulamaları. 21.05.2016.
- Url-2, <http://web.deu.edu.tr/atiksu/ana58/bolum01.pdf>, Atık Su Miktar ve Özellikleri. 21.05.2016.
- Url-3, <http://web.itu.edu.tr/~itucevrelab/dokuman/Foyler/BOI.pdf>, İTÜ Çevre Mühendisliği Laboratuvarı Temel Parametre Analizleri, Biyokimyasal Oksijen İhtiyacı. 21.05.2016.
- Url-4, <http://web.itu.edu.tr/~itucevrelab/dokuman/Foyler/KOI.pdf>, İTÜ Çevre Mühendisliği Laboratuvarı Temel Parametre Analizleri, KOİ. 21.05.2016.
- Url-5, www.aritmatesisim.com/index.php/Genel/Kimyasal-Aritma.html, Kimyasal Arıtma. 21.05.2016.
- Url-6, <https://havadelisi.com/serbest-kursu/comment-page-27>. 11.06.2016
- US-EPA, 1986, *Ambient water quality criteria for bacteria*, United States Environmental Protection Agency, Washington, DC Report No: EPA440/5-84- 002.
- WHO, 2003, *Guidelines for Safe Recreational-Water Environments Coastal and Fresh Waters*, World Health Organization, Vol. 1, Geneva, Switzerland.
- Wood, I., et al., 1993, *Ocean Disposal of Wastewater*, World Scientific Publishing, Singapore, ISBN: 981-02-0956-8., pp: 71-82.
- Yalçın, Ö.B., 2011, *Derin Deniz Deşarjı İle Deşarj Edilen Atıksuların Alıcı Ortamda Tutsaklanması Durumunda Bakteri Konsantrasyonunun Tahmini ve Belirsizliklerin İncelenmesi*, Doktora Tezi, Akdeniz Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü.

- Yılmaz, S., 2015, *Evsel Atıksu Derin Deniz Deşarjlarında Ördek Gaga Çek Valf Kullanımının Birinci Seyrelme Üzerindeki Etkelerinin İncelemesi* , Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü.
- Zeitoun, M.A., et al., 1970, *Conceptual Designs of Outfall Systems for Desalination Plants*, Res. and Devel. Progress Rep. No. 550, Office of Saline Water, U.S. Department of Interior, Washington, D.C.
- Zeng, Y.H., et al., 2008, *Characteristics of Round Thermal Discharging in a Flowing Environment*, Journal of Hydro-Environment Research, 2 (3), 164-171.
- Zeller, R.W., et al., 1971, *Heated Surface Jets in Steady Crosscurrent*, Journal of the Hydraulics Division-ASCE, 97 (HY9), 1403-1426.

ÖZGEÇMİŞ



Kişisel Bilgiler

Adı Soyadı	Fatma DJAMAA
Uyruğu	Cezayir
Doğum tarihi, Yeri	18-08-1988, RAS EL AKBA (GUELMA, CEZAYİR)
Telefon	0507 529 51 08
E-mail	biofat88@yahoo.fr

Eğitim

Derece	Kurum/Anabilim Dalı/Programı	Yılı
Doktora	İ.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü/ Çevre Mühendisliği Anabilim Dalı /Çevre Mühendisliği Programı	2016
Yüksek Lisans	08 Mai 1945-Guelma Üniversitesi. Fen Bilimleri Enstitüsü/ Biyoloji ve Genel Mikrobiyoloji Anabilim Dalı / Su, Sağlık ve Çevre-Çevre Mikrobiyolojisi Programı	2011
Lisans	08 Mai 1945-Guelma Üniversitesi Biyoloji ve Genel Mikrobiyoloji Bölümü	2009
Lise	Houari Boumedienne-Guelma Lisesi	2006