



T.C.
İSTANBUL ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ



YÜKSEK LİSANS TEZİ

DENİZ DEŞARJI YAYICILARINA KISMEN ÖRDEK GAGA ÇEK-
VALF TAKILMASININ BİRİNCİ SEYRELME ÜZERİNDEKİ
ETKİLERİ

Cemre Belit ÇOBANOĞLU

Çevre Mühendisliği Anabilim Dalı

Çevre Mühendisliği Programı

DANIŞMAN

Doç. Dr. Semih NEMLİOĞLU

Haziran, 2017

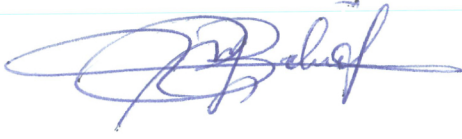
İSTANBUL

Bu çalışma 29.06.2017 tarihinde aşağıdaki jüri tarafından Çevre Mühendisliğı Anabilim Dalı, Çevre Mühendisliğı Programında Yüksek Lisans tezi olarak kabul edilmiştir.

Tez Jürisi



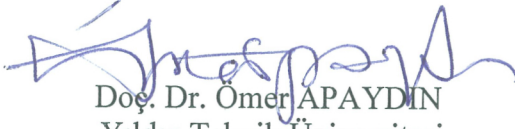
Doç. Dr. Semih NEMLIOĞLU(Danışman)
İstanbul Üniversitesi
Mühendislik Fakültesi



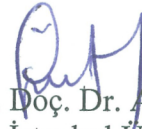
Prof. Dr. Mehmet BERKÜN
İstanbul Üniversitesi
Mühendislik Fakültesi



Prof. Dr. Yaşar NUHOĞLU
Yıldız Teknik Üniversitesi
İnşaat Fakültesi



Doç. Dr. Ömer APAYDIN
Yıldız Teknik Üniversitesi
İnşaat Fakültesi



Yrd. Doç. Dr. Atakan ÖNGEN
İstanbul Üniversitesi
Mühendislik Fakültesi



20.04.2016 tarihli resmi gazetede yayımlanan Lisansüstü Eğitim ve Öğretim Yönetmeliğinin 9/2 ve 22/2 maddeleri gereğince; Bu Lisansüstü teze, İstanbul Üniversitesi'nin abonesi olduğu intihal yazılım programı kullanılarak Fen Bilimleri Enstitüsü'nün belirlemiş olduğu ölçütlere uygun rapor alınmıştır.

Bu tez, TÜBİTAK tarafından 2210-C Öncelikli Alanlara Yönelik Yurt İçi Yüksek Lisans Burs Programı ile desteklenmiştir.

ÖNSÖZ

Tez süreci boyunca desteklerini, bilgilerini ve fikirlerini esirgemeyen değerli hocam Sayın Doç. Dr. Semih NEMLİOĞLU' na yardımlarından ötürü teşekkürlerimi sunarım. Yine bu süreçte yanımda olan ve beni destekleyen, fikirlerini paylaşan Sayın Çevre Mühendisi Zafer KAYIKCI' ya, aynı zamanda maddi-manevi yardım ve desteklerinden ötürü Sayın Ahmet Uğur KONAN ve Sayın Reyhan Mina UÇAK' a da teşekkürlerimi sunarım.

Tüm eğitim hayatım boyunca her zaman beni destekleyen aileme sonsuz teşekkürlerimi sunarım.

Bu tez, TÜBİTAK tarafından 2210-C Öncelikli Alanlara Yönelik Yurt İçi Yüksek Lisans Burs Programı ile desteklenmiştir.

Haziran 2017

Cemre Belit ÇOBANOĞLU

İÇİNDEKİLER

Sayfa No

ÖNSÖZ.....	iv
İÇİNDEKİLER	v
ŞEKİL LİSTESİ.....	viii
TABLO LİSTESİ	xii
SİMGE VE KISALTMA LİSTESİ	xiv
ÖZET.....	xvi
SUMMARY	xviii
1. GİRİŞ.....	1
2. GENEL KISIMLAR	2
2.1. DENİZ ORTAMI VE ATIKSU DEŞARJI.....	2
2.2. DEŞARJ TESİSİNİN YAPISI.....	3
2.2.1. Yayıcı Hidroliği	5
2.3. DENİZ DEŞARJI YAYICISININ ÇIKIŞ UÇLARI	6
2.3.1. Ördek Gaga Çek-Valf (ÖÇV)	8
2.4. ATIKSU JETİ VE ATIKSU BULUTU.....	8
2.5. ATIKSULARIN ALICI ORTAMDA SEYRELMEŞİ.....	9
3. MALZEME VE YÖNTEM	12
3.1. YAYICI HİDROLİK HESAPLARI.....	12
3.1.1. $t=30$ yıl İçin Yayıcı Hidrolik Hesapları	13
3.1.1.1. $t=30$ yıl KKB' li Yayıcı Hidrolik Hesabı.....	14
3.1.1.2. $t=30$ yıl Ördek Gaga Çek-Valf (ÖÇV)' li Yayıcı Hidrolik Hesabı.....	16
3.1.1.3. $t=30$ yıl KÖÇV' li Yayıcı Hidrolik Hesabı.....	17
3.1.2. $t=0$ yıl İçin Yayıcı Hidrolik Hesapları	17
3.1.2.1. $t=0$ yıl KKB' li Yayıcı Hidrolik Hesabı.....	18
3.1.2.2. $t=0$ yıl ÖÇV' li Yayıcı Hidrolik Hesabı.....	19
3.1.2.3. $t=0$ yıl KÖÇV' li Yayıcı Hidrolik Hesabı.....	19
3.2. SEYRELME HESAPLARI	19
3.2.1. KKB Seyrelme Hesabı.....	20

3.2.2. ÖÇV Seyrelme Hesabı	21
3.2.3. KÖÇV Seyrelme Hesabı	22
3.3. TASARRUF HESABI	22
3.4. YAYICI ÖRNEK TASARIMI	23
3.5. KRİTİK DERİNLİK MODELLEMESİ	33
4. BULGULAR	34
4.1. DEĞİŞKEN ÇAPLI YAYICILARDA (DÇY) KISMEN ÖRDEKGAGA ÇEK- VALF (KÖÇV) KULLANIMININ BİRİNCİ SEYRELME ÜZERİNDEKİ ETKİLERİ.....	34
4.1.1. $Q_{30}= 0,5 \text{ m}^3/\text{s}$ Kapasiteli DÇY' de KÖÇV Kullanımının Birinci Seyrelme Üzerindeki Etkileri	34
4.1.1.1. $t=30 \text{ yıl}$	34
4.1.1.2. $t=0 \text{ yıl}$	36
4.1.1.3. $t=30 \text{ yıl ve } t=0 \text{ yıl Seyrelme Farklarının Karşılaştırılması}$	38
4.1.2. $Q_{30}= 1,0 \text{ m}^3/\text{s}$ Kapasiteli DÇY' de KÖÇV Kullanımının Birinci Seyrelme Üzerindeki Etkileri	43
4.1.2.1. $t=30 \text{ yıl}$	43
4.1.2.2. $t=0 \text{ yıl}$	45
4.1.2.3. $t=30 \text{ yıl ve } t=0 \text{ yıl Seyrelme Farklarının Karşılaştırılması}$	47
4.1.3. $Q_{30}= 1,5 \text{ m}^3/\text{s}$ Kapasiteli DÇY' de KÖÇV Kullanımının Birinci Seyrelme Üzerindeki Etkileri	52
4.1.3.1. $t=30 \text{ yıl}$	52
4.1.3.2. $t=0 \text{ yıl}$	54
4.1.3.3. $t=30 \text{ yıl ve } t=0 \text{ yıl Seyrelme Farklarının Karşılaştırılması}$	56
4.1.4. $Q_{30}= 2,0 \text{ m}^3/\text{s}$ Kapasiteli DÇY' de KÖÇV Kullanımının Birinci Seyrelme Üzerindeki Etkileri	61
4.1.4.1. $t=30 \text{ yıl}$	61
4.1.4.2. $t=0 \text{ yıl}$	63
4.1.4.3. $t=30 \text{ yıl ve } t=0 \text{ yıl Seyrelme Farklarının Karşılaştırılması}$	65
4.1.5. $Q_{30}= 2,5 \text{ m}^3/\text{s}$ Kapasiteli DÇY' de KÖÇV Kullanımının Birinci Seyrelme Üzerindeki Etkileri	70
4.1.5.1. $t=30 \text{ yıl}$	70
4.1.5.2. $t=0 \text{ yıl}$	72
4.1.5.3. $t=30 \text{ yıl ve } t=0 \text{ yıl Seyrelme Farklarının Karşılaştırılması}$	74
4.2. SEYRELME DEĞERLERİNİN KARŞILAŞTIRILMASI	79
4.2.1. KKB, ÖÇV ve KÖÇV Seyrelme Değerlerinin Karşılaştırılması	79

4.2.1.1. $Q=0,5 \text{ m}^3/s$ Kapasiteli Yayıcıların Seyrelme Değerlerinin Karşılaştırılması.....	79
4.2.1.2. $Q=1,0 \text{ m}^3/s$ Kapasiteli Yayıcıların Seyrelme Değerlerinin Karşılaştırılması.....	80
4.2.1.3. $Q=1,5 \text{ m}^3/s$ Kapasiteli Yayıcıların Seyrelme Değerlerinin Karşılaştırılması.....	81
4.2.1.4. $Q=2,0 \text{ m}^3/s$ Kapasiteli Yayıcıların Seyrelme Değerlerinin Karşılaştırılması.....	82
4.2.1.5. $Q=2,5 \text{ m}^3/s$ Kapasiteli Yayıcıların Seyrelme Değerlerinin Karşılaştırılması.....	83
4.3. KRİTİK DEŞARJ DERİNLİĞİNİN MODELLEMESİ.....	84
5. TARTIŞMA VE SONUÇ.....	86
KAYNAKLAR.....	93
ÖZGEÇMİŞ.....	98

ŞEKİL LİSTESİ

Sayfa No

Şekil 2.1: Negatif ve pozitif yüzücülüğün şematik gösterimi	3
Şekil 2.2: a) Yayıcısı olan deşarj sistemi, b) Açık ağızlı aşağı yönlendirilmiş tek çıkışı olan deşarj sistemi (http://www.waterman.hku.hk/education/slide.aspx?code=KTFRA)	4
Şekil 2.3: Ani daralan boru (Sümer ve diğ., 2013).....	7
Şekil 2.4: Çan ağızlı çıkış borusu (Sümer ve diğ., 2013).....	7
Şekil 2.5: Ördek gaga çek-valflü yayıcı	8
Şekil 3.1: Durgun alıcı ortamda yatay açıyla deşarj edilen jetlerin seyrelme hesaplama grafiği (Brooks, 1972).....	20
Şekil 3.2: KÖÇV hidrolik hesabında KKB' li kısmın hesabı.....	28
Şekil 3.3: KÖÇV hidrolik hesabında ÖÇV' li kısmın hesabı.....	28
Şekil 3.4: $t=30$ yıl için sırasıyla KKB, ÖÇV ve KÖÇV' li yayıcı tasarımları (plan)....	32
Şekil 3.5: $t=0$ yıl için sırasıyla KKB, ÖÇV ve KÖÇV' li yayıcı tasarımları (plan).....	32
Şekil 4.1: $Q=0,5 \text{ m}^3/\text{s}$ için yoğunluk ve derinlik ile seyrelme değişimleri.....	35
Şekil 4.2: $Q=0,5 \text{ m}^3/\text{s}$ için yoğunluk ve derinlik ile enerji değişimleri.....	36
Şekil 4.3: $Q=0,5 \text{ m}^3/\text{s}$ için yoğunluk ve derinlik ile seyrelme değişimleri.....	37
Şekil 4.4: $Q=0,5 \text{ m}^3/\text{s}$ için yoğunluk ve derinlik ile enerji değişimleri.....	38
Şekil 4.5: $Q=0,5 \text{ m}^3/\text{s}$ için KÖÇV ve KKB durumlarının derinlik ve yoğunluğa bağlı seyrelme farklarının yüzdesel değişimleri.....	40
Şekil 4.6: $Q=0,5 \text{ m}^3/\text{s}$ için KÖÇV ve ÖÇV durumlarının derinlik ve yoğunluğa bağlı seyrelme farklarının yüzdesel değişimleri.....	40
Şekil 4.7: $Q=0,5 \text{ m}^3/\text{s}$ için KÖÇV ve KKB durumlarının yoğunluk ve enerjiye bağlı seyrelme farklarının yüzdesel değişimleri.....	41
Şekil 4.8: $Q=0,5 \text{ m}^3/\text{s}$ için KÖÇV ve ÖÇV durumlarının derinlik ve yoğunluğa bağlı seyrelme farklarının yüzdesel değişimleri.....	42

Şekil 4.9: $Q=1,0 \text{ m}^3/\text{s}$ için yoğunluk ve derinlik ile seyrelme değişimleri.....	44
Şekil 4.10: $Q=1,0 \text{ m}^3/\text{s}$ için yoğunluk ve derinlik ile enerji değişimleri.	45
Şekil 4.11: $Q=1,0 \text{ m}^3/\text{s}$ için yoğunluk ve derinlik ile seyrelme değişimleri.....	46
Şekil 4.12: $Q=1,0 \text{ m}^3/\text{s}$ için yoğunluk ve derinlik ile enerji değişimleri.	47
Şekil 4.13: $Q=1,0 \text{ m}^3/\text{s}$ için KÖÇV ve KKB durumlarının derinlik ve yoğunluğa bağlı seyrelme farklarının yüzdesel değişimleri.....	49
Şekil 4.14: $Q=1,0 \text{ m}^3/\text{s}$ için KÖÇV ve ÖÇV durumlarının derinlik ve yoğunluğa bağlı seyrelme farklarının yüzdesel değişimleri.....	49
Şekil 4.15: $Q=1,0 \text{ m}^3/\text{s}$ için KÖÇV ve KKB durumlarının yoğunluk ve enerjiye bağlı seyrelme farklarının yüzdesel değişimleri.....	50
Şekil 4.16: $Q=1,0 \text{ m}^3/\text{s}$ için KÖÇV ve ÖÇV durumlarının derinlik ve yoğunluğa bağlı seyrelme farklarının yüzdesel değişimleri.....	51
Şekil 4.17: $Q=1,5 \text{ m}^3/\text{s}$ için yoğunluk ve derinlik ile seyrelme değişimleri.....	53
Şekil 4.18: $Q=1,5 \text{ m}^3/\text{s}$ için yoğunluk ve derinlik ile enerji değişimleri.	54
Şekil 4.19: $Q=1,5 \text{ m}^3/\text{s}$ için yoğunluk ve derinlik ile seyrelme değişimleri.....	55
Şekil 4.20: $Q=1,5 \text{ m}^3/\text{s}$ için yoğunluk ve derinlik ile enerji değişimleri.	56
Şekil 4.21: $Q=1,5 \text{ m}^3/\text{s}$ için KÖÇV ve KKB durumlarının derinlik ve yoğunluğa bağlı seyrelme farklarının yüzdesel değişimleri.....	58
Şekil 4.22: $Q=1,5 \text{ m}^3/\text{s}$ için KÖÇV ve ÖÇV durumlarının derinlik ve yoğunluğa bağlı seyrelme farklarının yüzdesel değişimleri.....	58
Şekil 4.23: $Q=1,5 \text{ m}^3/\text{s}$ için KÖÇV ve KKB durumlarının yoğunluk ve enerjiye bağlı seyrelme farklarının yüzdesel değişimleri.....	59
Şekil 4.24: $Q=1,5 \text{ m}^3/\text{s}$ için KÖÇV ve ÖÇV durumlarının derinlik ve yoğunluğa bağlı seyrelme farklarının yüzdesel değişimleri.....	60
Şekil 4.25: $Q=2,0 \text{ m}^3/\text{s}$ için yoğunluk ve derinlik ile seyrelme değişimleri.....	62
Şekil 4.26: $Q=2,0 \text{ m}^3/\text{s}$ için yoğunluk ve derinlik ile enerji değişimleri.	63
Şekil 4.27: $Q=2,0 \text{ m}^3/\text{s}$ için yoğunluk ve derinlik ile seyrelme değişimleri.....	64
Şekil 4.28: $Q=2,0 \text{ m}^3/\text{s}$ için yoğunluk ve derinlik ile enerji değişimleri.	65
Şekil 4.29: $Q=2,0 \text{ m}^3/\text{s}$ için KÖÇV ve KKB durumlarının derinlik ve yoğunluğa bağlı seyrelme farklarının yüzdesel değişimleri.....	67

Şekil 4.30: $Q=2,0 \text{ m}^3/\text{s}$ için KÖÇV ve ÖÇV durumlarının derinlik ve yoğunluğa bağlı seyrelme farklarının yüzdesel değişimleri.....	67
Şekil 4.31: $Q=2,0 \text{ m}^3/\text{s}$ için KÖÇV ve KKB durumlarının yoğunluk ve enerjiye bağlı seyrelme farklarının yüzdesel değişimleri.....	68
Şekil 4.32: $Q=2,0 \text{ m}^3/\text{s}$ için KÖÇV ve ÖÇV durumlarının derinlik ve yoğunluğa bağlı seyrelme farklarının yüzdesel değişimleri.....	69
Şekil 4.33: $Q=2,5 \text{ m}^3/\text{s}$ için yoğunluk ve derinlik ile seyrelme değişimleri.....	71
Şekil 4.34: $Q=2,5 \text{ m}^3/\text{s}$ için yoğunluk ve derinlik ile enerji değişimleri.....	72
Şekil 4.35: $Q=2,5 \text{ m}^3/\text{s}$ için yoğunluk ve derinlik ile seyrelme değişimleri.....	73
Şekil 4.36: $Q=2,5 \text{ m}^3/\text{s}$ için yoğunluk ve derinlik ile enerji değişimleri.....	74
Şekil 4.37: $Q=2,5 \text{ m}^3/\text{s}$ için KÖÇV ve KKB durumlarının derinlik ve yoğunluğa bağlı seyrelme farklarının yüzdesel değişimleri.....	76
Şekil 4.38: $Q=2,5 \text{ m}^3/\text{s}$ için KÖÇV ve ÖÇV durumlarının derinlik ve yoğunluğa bağlı seyrelme farklarının yüzdesel değişimleri.....	76
Şekil 4.39: $Q=2,5 \text{ m}^3/\text{s}$ için KÖÇV ve KKB durumlarının yoğunluk ve enerjiye bağlı seyrelme farklarının yüzdesel değişimleri.....	77
Şekil 4.40: $Q=2,0 \text{ m}^3/\text{s}$ için KÖÇV ve ÖÇV durumlarının derinlik ve yoğunluğa bağlı seyrelme farklarının yüzdesel değişimleri.....	78
Şekil 4.41: $Q=0,5 \text{ m}^3/\text{s}$ kapasiteli KKB yayıcı ile ÖÇV ve KÖÇV yayıcılarının seyrelme karşılaştırmaları.....	79
Şekil 4.42: $Q=0,5 \text{ m}^3/\text{s}$ kapasiteli ÖÇV ile KÖÇV yayıcılarının seyrelme karşılaştırmaları.....	79
Şekil 4.43: $Q=1,0 \text{ m}^3/\text{s}$ kapasiteli KKB yayıcı ile ÖÇV ve KÖÇV yayıcılarının seyrelme karşılaştırmaları.....	80
Şekil 4.44: $Q=1,0 \text{ m}^3/\text{s}$ kapasiteli ÖÇV ile KÖÇV yayıcılarının seyrelme karşılaştırmaları.....	80
Şekil 4.45: $Q=1,5 \text{ m}^3/\text{s}$ kapasiteli KKB yayıcı ile ÖÇV ve KÖÇV yayıcılarının seyrelme karşılaştırmaları.....	81
Şekil 4.46: $Q=1,5 \text{ m}^3/\text{s}$ kapasiteli ÖÇV ile KÖÇV yayıcılarının seyrelme karşılaştırmaları.....	81
Şekil 4.47: $Q=2,0 \text{ m}^3/\text{s}$ kapasiteli KKB yayıcı ile ÖÇV ve KÖÇV yayıcılarının seyrelme karşılaştırmaları.....	82
Şekil 4.48: $Q=2,0 \text{ m}^3/\text{s}$ kapasiteli ÖÇV ile KÖÇV yayıcılarının seyrelme karşılaştırmaları.....	82

Şekil 4.49: $Q=2,5 \text{ m}^3/\text{s}$ kapasiteli KKB yayıcı ile ÖÇV ve KÖÇV yayıcılarının seyrelme karşılaştırmaları.....	83
Şekil 4.50: $Q=2,5 \text{ m}^3/\text{s}$ kapasiteli ÖÇV ile KÖÇV yayıcılarının seyrelme karşılaştırmaları.	83
Şekil 4.51: Kritik deşarj derinliğinin modelleme grafiği.	84



TABLO LİSTESİ

Sayfa No

Tablo 4.1: $Q=0,5 \text{ m}^3/\text{s}$ debi kapasiteli KKB, ÖÇV ve KÖÇV' li yayıcıların $t=30$ yıldaki parametrelerinin özeti.....	34
Tablo 4.2: $Q=0,5 \text{ m}^3/\text{s}$ debi kapasiteli KKB, ÖÇV ve KÖÇV' li yayıcıların $t=0$ yıldaki parametrelerinin özeti.....	36
Tablo 4.3: $Q=0,5 \text{ m}^3/\text{s}$ debi kapasiteli KKB, ÖÇV ve KÖÇV' li yayıcıların $t=30$ yıldaki seyrelme farkları.....	38
Tablo 4.4: $Q=0,5 \text{ m}^3/\text{s}$ debi kapasiteli KKB, ÖÇV ve KÖÇV' li yayıcıların $t=0$ yıldaki seyrelme farkları.....	39
Tablo 4.5: $Q=1,0 \text{ m}^3/\text{s}$ debi kapasiteli KKB, ÖÇV ve KÖÇV' li yayıcıların $t=30$ yıldaki parametrelerinin özeti.....	43
Tablo 4.6: $Q=1,0 \text{ m}^3/\text{s}$ debi kapasiteli KKB, ÖÇV ve KÖÇV' li yayıcıların $t=0$ yıldaki parametrelerinin özeti.....	45
Tablo 4.7: $Q=1,0 \text{ m}^3/\text{s}$ debi kapasiteli KKB, ÖÇV ve KÖÇV' li yayıcıların $t=30$ yıldaki seyrelme farkları.....	47
Tablo 4.8: $Q=1,0 \text{ m}^3/\text{s}$ debi kapasiteli KKB, ÖÇV ve KÖÇV' li yayıcıların $t=0$ yıldaki seyrelme farkları.....	48
Tablo 4.9: $Q=1,5 \text{ m}^3/\text{s}$ debi kapasiteli KKB, ÖÇV ve KÖÇV' li yayıcıların $t=30$ yıldaki parametrelerinin özeti.....	52
Tablo 4.10: $Q=1,5 \text{ m}^3/\text{s}$ debi kapasiteli KKB, ÖÇV ve KÖÇV' li yayıcıların $t=0$ yıldaki parametrelerinin özeti.....	54
Tablo 4.11: $Q=1,5 \text{ m}^3/\text{s}$ debi kapasiteli KKB, ÖÇV ve KÖÇV' li yayıcıların $t=30$ yıldaki seyrelme farkları.....	56
Tablo 4.12: $Q=1,5 \text{ m}^3/\text{s}$ debi kapasiteli KKB, ÖÇV ve KÖÇV' li yayıcıların $t=0$ yıldaki seyrelme farkları.....	57
Tablo 4.13: $Q=2,0 \text{ m}^3/\text{s}$ debi kapasiteli KKB, ÖÇV ve KÖÇV' li yayıcıların $t=30$ yıldaki parametrelerinin özeti.....	61
Tablo 4.14: $Q=2,0 \text{ m}^3/\text{s}$ debi kapasiteli KKB, ÖÇV ve KÖÇV' li yayıcıların $t=0$ yıldaki parametrelerinin özeti.....	63

Tablo 4.15: $Q=2,0 \text{ m}^3/\text{s}$ debi kapasiteli KKB, ÖÇV ve KÖÇV' li yayıcıların $t=30$ yıldaki seyrelme farkları.....	65
Tablo 4.16: $Q=2,0 \text{ m}^3/\text{s}$ debi kapasiteli KKB, ÖÇV ve KÖÇV' li yayıcıların $t=0$ yıldaki seyrelme farkları.....	66
Tablo 4.17: $Q=2,5 \text{ m}^3/\text{s}$ debi kapasiteli KKB, ÖÇV ve KÖÇV' li yayıcıların $t=30$ yıldaki parametrelerinin özeti.....	70
Tablo 4.18: $Q=2,5 \text{ m}^3/\text{s}$ debi kapasiteli KKB, ÖÇV ve KÖÇV' li yayıcıların $t=0$ yıldaki parametrelerinin özeti.....	72
Tablo 4.19: $Q=2,5 \text{ m}^3/\text{s}$ debi kapasiteli KKB, ÖÇV ve KÖÇV' li yayıcıların $t=30$ yıldaki seyrelme farkları.....	74
Tablo 4.20: $Q=2,5 \text{ m}^3/\text{s}$ debi kapasiteli KKB, ÖÇV ve KÖÇV' li yayıcıların $t=0$ yıldaki seyrelme farkları.....	75
Tablo 4.21: Kritik derinlik değerleri	84

SİMGE VE KISALTMA LİSTESİ

Simgeler	Açıklama
a_j	: Ördek gaga çek-valftan deşarj edilen jetin alanı
a_n	: Dairesel deşarj deliği alanı
A_n	: Yayıcı boru alanı
B	: Ördek gagadan deşarj edilen jetin genişliği
C_D	: Deşarj katsayısı
d	: Delik çapı
D_{maks}	: Yayıcı maksimum teorik çap değeri
D_{min}	: Yayıcı minimum teorik çap değeri
D_n	: Yayıcı enkesit çap değeri
E_1	: Yayıcı başlangıç deliğindeki enerji
E_{dalga}	: Dalga yüksekliği
E_N	: Yayıcının son deliğindeki enerji
E_T	: Toplam enerji
F	: Yoğunluksal Froude sayısı
F'	: Yoğunluksal Froude sayısı (Fan ve Brooks seyrelme abağı)
f	: Darcy-Weisbach sürtünme katsayısı
g	: Yerçekimi ivmesi
H	: Deşarj derinliği
H_{kr}	: Kritik deşarj derinliği
$h_{emniyet}$: Emniyet yüksekliği
h_f	: Sürekli yük kaybı
$h_{gel-git}$: Gel-git yüksekliği
L	: Yayıcı uzunluğu
L_{ana}	: Ana boru uzunluğu
N	: Delik sayısı
N_A	: Aktif delik sayısı
N_D	: Dairesel delik sayısı
N_K	: Kısmen ördek gaga çek-valflı delik sayısı
$N_{\ddot{O}}$: Ördek gaga çek-valflı delik sayısı
$N_{\ddot{O}A}$: Ördek gaga çek-valflı aktif delik sayısı
N_T	: Toplam delik sayısı
N_{TA}	: Toplam aktif delik sayısı
S	: Birinci seyrelme
S'	: Birinci seyrelme (Fan ve Brooks seyrelme abağı)
s	: Delikler arası uzaklık
q	: Tek delikten geçen debi miktarı
Q_T	: Toplam debi miktarı
Q_{30}	: Proje sonunda hedeflenen debi miktarı
Q_0	: Proje başlangıcında hesaplanan debi miktarı
u_0	: Dairesel delikteki jetin hızı

u_j	: Ördek gaga çek-valftaki jetin hızı
ΔS	: Seyrelme farkı
ρ_a	: Alıcı ortam yoğunluğu
ρ_0	: Atıksu yoğunluğu

Kısaltmalar

Açıklama

DÇY	: Değişken çaplı yayıcı
KKB	: Kalın et kalınlıklı boruda açılmış keskin kenarlı delik
KÖÇV	: Kısmen ördek gaga çek-valf
ÖÇV	: Ördek gaga çek-valf



ÖZET

YÜKSEK LİSANS TEZİ

DENİZ DEŞARJI YAYICILARINA KISMEN ÖRDEK GAGA ÇEK-VALF TAKILMASININ BİRİNCİ SEYRELME ÜZERİNDEKİ ETKİLERİ

Cemre Belit ÇOBANOĞLU

İstanbul Üniversitesi

Fen Bilimleri Enstitüsü

Çevre Mühendisliği Anabilim Dalı

Danışman : Doç. Dr. Semih NEMLİOĞLU

Evsel atıksuların deniz ortamında bertarafında çoğunlukla orifis (ağız açık delik) şeklinde deşarj delikleri olan çok delikli yayıcılar kullanılmaktadır. Deşarj yapıları belirli bir proje ömrüne göre tasarlandıklarından, ilk çalışmaya başladıkları zaman tam debi kapasitesi ile çalışmamaktadırlar. Bu nedenle, deşarj deliklerinden yayıcı içerisine alıcı ortam suyu girişi ile zamanla yayıcıda tıkanıklıklar meydana gelmektedir. Bu durumun önüne geçebilmek için ördek gaga çek-valf (ÖÇV) donanımları kullanılmaktadır. Bu çalışmada, $t=30$ yıl proje ömürlü $Q=0,5\text{m}^3/\text{s}$, $1,0\text{m}^3/\text{s}$, $1,5\text{m}^3/\text{s}$, $2,0\text{m}^3/\text{s}$ ve $2,5\text{m}^3/\text{s}$ atıksu debi kapasiteli, kalın et kalınlıklı boruda açık ağızlı olarak bulunan, $d=150\text{mm}$ çaplı dairesel deşarj delikleri olan, değişken çaplı borular kullanılan toplam 125 farklı yayıcının tasarımı gerçekleştirilmiştir. Daha sonra, bu yayıcılara tamamen ÖÇV ve kısmen ÖÇV (KÖÇV) takılarak birinci seyrelmeleri çizgi kaynak için hesaplanmıştır. Alıcı ortam olarak tabakasız, durgun ve yayıcı civarında yatay tabanı olan deniz ortamı seçilmiş olup, alıcı ortam yoğunlukları $\rho_a=1015\text{kg}/\text{m}^3$, $1020\text{kg}/\text{m}^3$, $1025\text{kg}/\text{m}^3$, $1030\text{kg}/\text{m}^3$ ve $1035\text{kg}/\text{m}^3$ ve deşarj derinlikleri $H=10\text{m}$, 20m , 30m , 40m ve 50m alınmıştır. Çalışma sonucunda, dairesel delik seyrelmesi $S=57,42$ ile $208,83$, ÖÇV seyrelmesi $S=68,92$ ile $194,65$, KÖÇV seyrelmesi $S=64,07$ ile $199,23$ aralığında bulunmuştur. KÖÇV uygulaması yapıldığında, yayıcıda kullanılan ÖÇV sayısından

%16,67 ile %37,93 aralığında tasarruf edilmiştir. KÖÇV kullanımının avantajlı olacağı kritik derinliği (H_{kr}) tahmin edebilmek için bir eşitlik geliştirilmiştir. Bu çalışma kapsamında, %1,5 güvenli olarak H_{kr} değerleri 33,21m ile 49,96m aralığında bulunmuştur.

Haziran 2017, 117 sayfa.

Anahtar kelimeler: Denize derin deşarj sistemleri, deniz deşarjı rehabilitasyonu, ördek gaga çek-valf.



SUMMARY

M.Sc. THESIS

EFFECTS OF PARTIALLY MOUNTED DUCKBILL CHECK VALVE ON INITIAL DILUTION IN THE MARINE OUTFALL DIFFUSERS

Cemre Belit COBANOGLU

İstanbul University

Institute of Graduate Studies in Science and Engineering

Department of Environmental Engineering

Supervisor : Assoc. Prof. Dr. Semih NEMLIOGLU

Multi-port diffusers with orifice shaped ports (simply open holes) are mostly used for domestic wastewater disposal in the marine ambient. Since outfalls are designed for a definite project lifespan, they can not work with full flow rate capacity when they first start to work. Because of this reason, there are clogging problems in the diffuser by receiving water intrusion thorough orifices into the diffuser. In order to prevent this situation, duck bill check-valve (DBV) equipments are used. In this study, a total of 125 diffusers were designed using variable diameter pipes with circular discharge ports $d=150\text{mm}$ in diameter with thick wall thickness for $t=30$ years of project lifespan with wastewater flow rate capacities of $Q=0.5\text{m}^3/\text{s}$, $1.0\text{m}^3/\text{s}$, $1.5\text{m}^3/\text{s}$, $2.0\text{m}^3/\text{s}$ and $2.5\text{m}^3/\text{s}$. Then, completely DBV equipment were mounted and partially DBV equipment were mounted (PDBV) on these diffusers, and their initial dilutions were calculated for the line source. The marine environment with a horizontal bottom around diffuser was adopted as the receiving ambient and its parameters determined for densities as $\rho_a=1015\text{kg}/\text{m}^3$, $1020\text{kg}/\text{m}^3$, $1025\text{kg}/\text{m}^3$, $1030\text{kg}/\text{m}^3$ and $1035\text{kg}/\text{m}^3$ and for discharge depths as $H=10\text{m}$, 20m , 30m , 40m and 50m respectively. The results of the study were found to be circular port dilution $S = 57.42$ to 208.83 , DBV dilution $S = 68.92$ to 194.65 , and PDBV dilution $S = 64.07$ to 199.23 as ranges respectively. When the PDBV

application is performed, the number of DBV used in the diffuser has been saved from 16.67% to 37.93%. An equation has been developed for the estimation of the critical depth (H_{kr}), which would be advantageous for the use of PDBV. Within the scope of this study, the H_{kr} values were found to be in the range of 33.21m to 49.96m with 1.5% safety factor.

June 2017, 117 pages.

Keywords: Submarine outfall systems, sea outfall rehabilitation, duck bill check valve.



1. GİRİŞ

Deşarj yapıları, evsel veya endüstriyel atıksuların arıtıldıktan sonra veya arıtılmadan alıcı ortama deşarjında kullanılan sistemlerdir. Bu sistemler atıksu arıtma tesislerinin 20-30 yıl sonraki atıksu debilerine göre tasarlanmaktadır. 30 yıl sonrasında öngörülen atıksu debilerine göre tasarlanan deşarj yapılarının, ilk çalışmaya başladığı yıldaki atıksu debilerinin tasarım debilerinden küçük olması birtakım sorunlar ortaya çıkarmaktadır. Tasarım debisi ve çalışma yılı debisi farklılığı deşarj yapısındaki deliklerin tümünün aktif olarak çalışmamasına yol açmaktadır. Deşarj deliklerinin bir kısmında tam dolu akış sağlanırken, bir kısmında ise hiç akış sağlanamamakta ve deşarj deliklerinden içeriye alıcı ortam suyu girmektedir. Deşarj yapısının içerisinde alıcı ortam suyundaki biyolojik aktivitelerden veya sürüntü malzemelerinden kaynaklanan kirlilikler ve tıkanmalar meydana gelmektedir. Sonuç olarak deşarj yapısı tasarım yılına ulaşmadan çeşitli sorunlarla karşılaşmaktadır. Bu sorunların önüne geçebilmek için deşarj deliklerine ördek gaga çek-valf (ÖÇV) adı verilen ekipman takılmaktadır. Son yapılan araştırmalara göre (Nemlioğlu ve Yılmaz, 2017) deşarj deliklerinin tamamına ÖÇV uygulanması, belirli şartlarda 1. seyrelme verimini olumsuz yönde etkilemektedir.

Bu çalışmada , 30 yıl proje ömürlü evsel atıksu deşarj edecek belirli atıksu debi kapasiteli kalın et kalınlıklı boruda, açık ağızlı keskin kenarlı dairesel deşarj delikleri olan bir dizi derin deniz deşarjları hesaplanarak hidrolik tasarımı gerçekleştirilmiştir. Tasarımı yapılmış deşarj tesislerinin Fan ve Brooks' un (1972) yöntemiyle çizgisel kaynak kabulü ile birinci seyrelme değerleri hesapla tahmin edilmiştir. Aynı yayıcıların deliklerine ve yine aynı yayıcıların sadece çalışmayan deliklerine ÖÇV eklenmesi durumuna göre, proje başlangıcında ve sonunda yayıcı hidrolik hesaplarındaki değişimler Lee ve diğ.' nin (1998) yöntemiyle hesapla belirlenmiştir. Bu değişimlerin birinci seyrelmedeki etkileri hesapla belirlenerek, ÖÇV deşarj deliklerinin yayıcıda eksik debi olduğunda sadece çalışmayan ve tam dolu akış olmayan deliklere uygulanması ile tüm deliklere uygulanması durumundaki seyrelme etkileşimleri tartışılmıştır.

2. GENEL KISIMLAR

2.1. DENİZ ORTAMI VE ATIKSU DEŞARJI

Dünya yüzeyinin yaklaşık %70' i okyanus ve denizlerle kaplıdır. Denizler su temini, su ürünleri, su sporları, turizm ve ulaştırma, soğutma suyu temini ve atıklar için alıcı ortam olarak endüstriyel ve evsel maksatlı kullanımlara olanak sağlarlar (Berkün, 2006). Deniz ortamı sahile yakın kesimde iki kısma ayrılmaktadır. Bunlardan bir tanesi kıta sahanlığı, diğeri ise kıta çukurudur. Kıta sahanlığı, sahil çizgisi ile deniz tabanının eğiminin aniden arttığı kıta eşiği arasındaki kısımdır (Berkün, 2006). Atıksu deşarjları da genellikle kıta sahanlığının 75m' yi geçmeyen derinliklerine kadar olan sığ sularına yapılmaktadır.

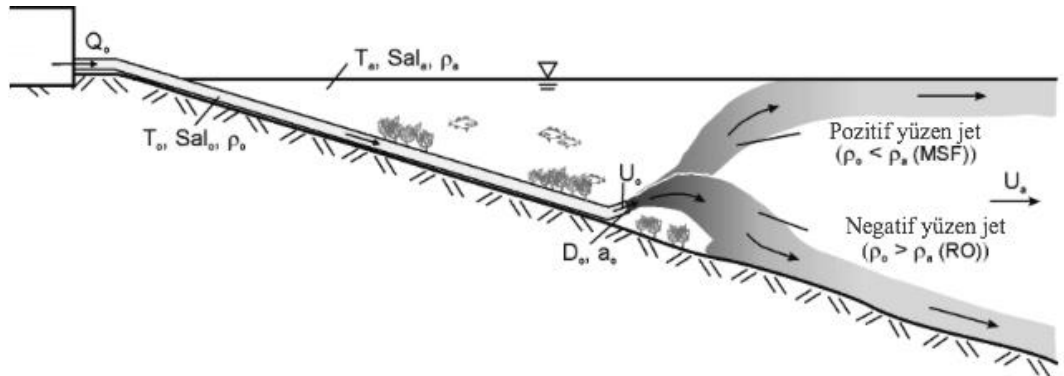
Deşarj sistemi, atıksuları bir boru yardımıyla alıcı ortam içine taşıyan ve yayıcı denilen bir boru sistemiyle alıcı ortama boşaltan bir yapıdır. Bu yapılar dünyanın hemen hemen her yerinde atıksu uzaklaştırma yöntemi olarak kullanılmaktadırlar. Okyanus, deniz, göl, nehir vb. ortamlar alıcı ortam olarak kullanılmaktadırlar. Alıcı ortama evsel atıksu deşarjları aşağıdaki şekillerde gerçekleşebilmektedir;

- Kısa deşarj (Yüzeysel Deşarj): Alıcı ortamın kıyı kısmına doğrudan deşarj şeklinde olabildiği gibi, bir savak yardımıyla belirli bir yükseklikten bırakılarak deşarj şeklinde de olabilir. Genellikle ileri derecede arıtılmış atıksular veya çevreyle etkileşiminin zararsız olduğu belirlenen çıkış sularının deşarjı yüzeysel deşarj şeklinde tercih edilebilmektedir.
- Uzun deşarj (Derin Deşarj): Deşarj yapıları kullanılarak alıcı ortama yapılan deşarj şeklidir. Çevresel açıdan kontrollü deşarjın gerektiği durumlarda kısaca deşarj yapıları olarak isimlendirilen uzun/derin deşarj tesisleri kullanılmaktadır (Nemlioğlu, 2003).

Atıksuyun alıcı ortama deşarj edilebilmesi için deşarja izin verilen alan içerisinde olması ve deşarj sonrası gerçekleşecek seyrelme ile izin verilen limitleri sağlaması gerekmektedir. Atıksuyun yeterli miktarda seyreltilebilmesi atıksuyun ve alıcı ortamın karakteristik özelliklerine bağlıdır. Söz konusu özellikler yoğunluk, sıcaklık, tuzluluk, atıksuyun ilk hızı ve yönü, alıcı ortamın akıntılı veya durgun olması, akıntı yönü ve hızı vb. gibi sıralanabilir. Alıcı ortamı deşarj sonrası seyrelme bakımından elverişsiz hale getiren durgunluk, sıcaklık, yoğunluk ve tuzluluk gibi özellikler çevresel zararları önlemek açısından önem taşımaktadır. Atıksuyun yoğunluğu ile alıcı ortam yoğunluğu farklılıkları temelde iki tip durum oluşturmaktadır;

- Atıksu yoğunluğu > Alıcı ortam yoğunluğu = Negatif yüzücülük.
- Atıksu yoğunluğu < Alıcı ortam yoğunluğu = Pozitif yüzücülük.

Negatif yüzücülükte atıksu çökme, pozitif yüzücülükte ise atıksu yüzmeye eğiliminde olmaktadır (Şekil 2.1). Pozitif yüzücülük durumunda yatay ve belirli bir yükseklik değerinde deşarj edilen atıksu yüzeyde kapanlanma durumunu oluşturmaktadır. Atıksuyun hafif olması ve alıcı ortamda yatay tabakalaşma olması durumunda deşarj edilen atıksu arada kapanlanma durumunu oluşturacaktır.

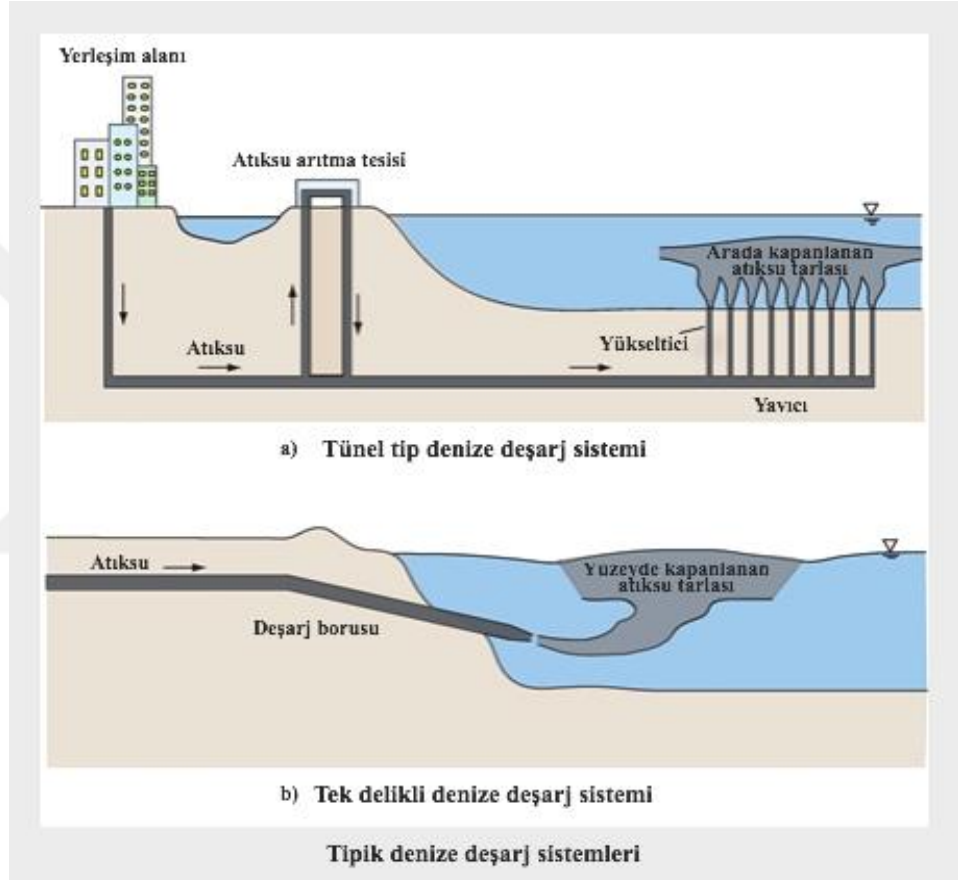


Şekil 2.1: Negatif ve pozitif yüzücülüğün şematik gösterimi.

2.2. DEŞARJ TESİSİNİN YAPISI

Alıcı ortama deşarj edilecek olan atıksuyun istenilen seyrelme verimine ulaşabilmesi, atıksu ve alıcı ortamın karakteristik özelliklerine bağlı olmakla beraber deşarj yapısının

uygun ve etkin verim sağlayacak yapıda olmasına da bağlıdır. Sadece açık ağızlı deşarj yeterli karışmayı sağlayamadığından pek çok araştırmacı tarafından atıksuyun etkin bir şekilde seyreltilmesi için “yayıcı” (difüzör) geliştirilmiştir (Grace, 1978), (Şekil 2.2). Yayıcı genellikle sabit çaplı ve üzerinde bir dizi deliği bulunan bir borudur. Yayıcı çapı ve üzerinde bulunan delik büyüklükleri, atık suyun alıcı ortama her bir delikten eşit debilerde çıkmasını hedef olarak tasarlanmaktadır.



Şekil 2.2: a) Yayıcılı olan deşarj sistemi, b) Açık ağızlı aşağı yönlendirilmiş tek çıkışı olan deşarj sistemi.

Pek çok deşarj yapısının delikleri yayıcı boru üzerine açılmıştır. Diğerlerinde ise atıksu, daha küçük borulardan veya “yükseltici”lerden (yukarı doğru yükseltilmiş boru) geçerek yayıcıdan dışarı çıkar (Nemlioğlu, 2003).

Deşarj yapılarında ana borunun ucunu eklenen yayıcılar alıcı ortam karakteristiği ile atıksu karakteristiklerine en uygun ve etkin seyrelme verimini elde etmek için tasarlanıp kullanılmaktadırlar. Alıcı ortam koşullarında birincisi seyrelme verimini maksimum

seviyeye çıkarabilmek ve atıksuyun yayıcı üzerindeki deliklerden eşit debilerde akışını sağlayabilmek için farklı konfigürasyonlarda yayıcı-delik yerleşimi yapılmaktadır.

Alıcı ortam koşullarına uygun tasarlanmamış yayıcıların seyrelme verimi istenilen değerlere ulaşmamaktadır. Bunun yanında yayıcı ve deşarj ana borusu üzerinde söz konusu uygunsuzluğun yol açtığı bir takım olumsuzluklar oluşmaktadır. Bu olumsuzlukların en başında yayıcı çıkış deliklerinden içeriye giren alıcı ortam suyunun yol açtığı biyolojik faaliyetler ve boru içinde oluşan tıkanıklıklar gelmektedir.

Seyrelme verimini etkileyecek olumsuz koşulları ortadan kaldırmak ve deşarj yapısının ömrünü arttırabilmek adına bu tezde yayıcı deliklerine kısmen ÖÇV uygulanmıştır. Bu uygulama, Brooks ve diğ.'nin (1960) deniz suyuna atıksuların bertarafı için geliştirdiği hidrolik hesap tablosu ile yapılmıştır.

2.2.1. Yayıcı Hidroliği

○ Boru içerisinde akış

Boru içinde taşınabilecek su hacmi boru akış kapasitesi olarak tanımlanır. Akış kapasitesi borunun pürüzsüzlüğüne, uzunluğuna, alanına ve eğimine bağlı olarak değişmektedir. Akış kapasitesini etkileyen en önemli etkenlerin başında boru pürüzsüzlüğü gelmektedir. Deşarj hesaplarında boru duvarının ortalama pürüzlülük yüksekliği (ϵ^*) ile zayıf bir bağlantısı olan Manning pürüzlülük katsayısı (faktörü) (n) dikkate alınır. Farklı boru malzemeleri için farklı Manning pürüzlülük faktörü verilir.

○ Yayıcı iç hidroliği

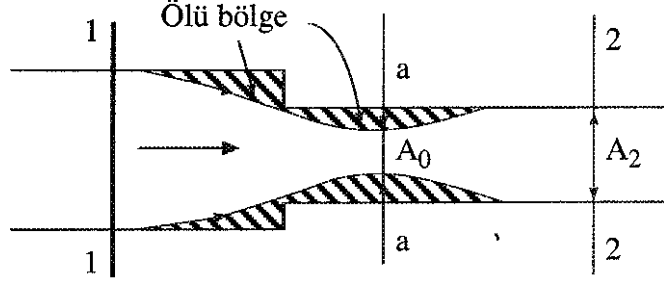
Yayıcı tasarımı için uygun eşitlikler geliştirilmiştir ve tasarımın doğru yapılabilmesi için sağlanması gereken koşullar oluşturulmuş ve çözüm yöntemleri ana hatlarıyla ortaya konulmuştur (Yılmaz, 2015). Yayıcı tasarımında en temel hedef, yayıcı üzerinde bulunan deliklerden eşit debi akışının sağlanmasıdır. Fakat pratikte bu hedefin sağlanması oldukça güçtür. Bu güçlüğü neden olan ise yayıcıya gelen debi değişkenliği ve su derinliğinin değişken olmasından kaynaklanan ortam basıncı değişkenliğidir. Yayıcı üzerinde bulunan deşarj deliklerinden eşit debi çıkışının sağlanmasının yanında dikkat edilmesi gereken birtakım hidrolik kurallar da vardır;

- I. Yeterli akış hızı: Yayıcı içerisinde katı madde birikmesinin önlenmesi için dikkat edilmesi gereken bir husustur. Pratikte düşük debiler için sağlanması güç olmakla birlikte düşük akış hızlarında 0,6 – 0,9 m/s aralığında maksimum debi için sağlanmalıdır. Yayıcı içerisinde yeterli akışın sağlanmaması durumunda çökelti oluşumu görülmektedir. Bu çökelti genellikle yayıcı uç kısmında meydana gelir ve bakım için uç noktalara özel delikler yerleştirilir.
- II. Toplam hidrolik kayıp: Toplam hidrolik kaybın mümkün olduğunca az tutularak basınç enerji seviyesini, pompa gereksinimini minimumda tutmak esastır. Sisteme dahil olan ilave her mekanik ekipman beraberinde yeni sorunlar getirmektedir. Bu sorunları işletme ve bakım zorluğu olarak sınıflandırmak mümkündür.
- III. Tam dolu akış: Yayıcı üzerinde bulunan deliklerden yapılan deşarjın her delik için eşit ve tam dolu akış ile yapılması gerekmektedir. Tam dolu akışın sağlanamadığı durumlarda yayıcı içerisine alıcı ortam suyu akışı gözlenmektedir. Brooks (1970), tüm derinliklerde $F > 1$ şartı sağlandığında, içeri akışın önlenebileceğini belirtmiştir.

2.3. DENİZ DEŞARJI YAYICISININ ÇIKIŞ UÇLARI

Yayıcı tasarımı, denize derin deşarj sistemlerinde etkin seyrelme veriminin elde edilmesinde çok büyük önem taşımaktadır. Yayıcının deniz ortamı karakteristiğine göre uygun şekilde tasarlanması ve yerleştirilmesi, seyrelme verimine etki etmektedir. Ayrıca yayıcı üzerinde bulunan deşarj deliklerinin yapısı ve türü de seyrelme verimine etki eden diğer faktörlerdir. Yayıcı çıkış uçlarının çapı ve deşarj deliklerinde meydana gelen hidrolik yük kayıpları atıksu jetinin hızına etki edeceğinden seyrelme verimine de etki edecektir. Deşarj deliklerinin tasarımı; atıksu jetinin akış hızını maksimumda tutabilecek, tıkanmaları minimuma indirebilecek ve tersine akışın önüne geçebilmek için tam dolu akışı sağlayabilecek şekilde yapılmalıdır. Yayıcı çıkış ucu (deşarj deliği) olarak günümüzde iki farklı tür çıkış ucu kullanılmaktadır.

1. Keskin kenarlı dairesel delik: Yayıcı çıkış ucu olarak birçok deşarj yapısında kullanılan keskin kenarlı dairesel deliğin hidroliği Şekil 2.3 'de görülen ani daralan boru hidroliği ile açıklanabilir.

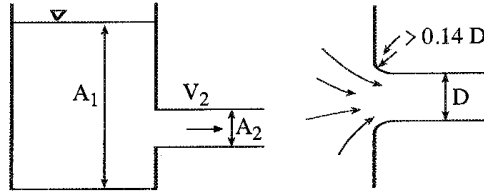


Şekil 2.3: Ani daralan boru (Sümer ve diğ., 2013).

Keskin kenarlı dairesel delikte meydana gelen hidrolik yük kaybı (h_k), Denklem 2.1' deki gibi ifade edilebilir.

$$h_k' = 0,5 \cdot \frac{v^2}{2 \cdot g} \quad (2.1)$$

2. Çan ağızlı delik: Çıkış ağzı çan şeklinde yuvarlatılarak oluşturulan çan ağızlı delik Şekil 2.4 'de gösterilmiştir.



Şekil 2.4: Çan ağızlı çıkış borusu (Sümer ve diğ., 2013).

Çıkış ağzının çan şeklinde yuvarlatılması ile keskin kenarlı dairesel delikte meydana gelen ölü bölgeler oluşmaz ve yük kayıpları çok küçültülebilir. Bunun için deneyler, eğrilik yarıçapının $0,14 \cdot D$ 'den büyük olması gerektiğini gösterir (Sümer ve diğ., 2013). Çan ağızlı dairesel delikler, yük kaybının düşük olmasının yanında tıkanma riskini de minimuma indirmektedir.

2.3.1. Ördek Gaga Çek-Valf (ÖÇV)

Çek-valf kelimesi, tek yönlü akışı sağlayan vana olarak tanımlanabilmektedir. Ördek gaga çek-valflar de aynı şekilde tek yönlü akış sağlayarak, deşarj yapılarının içerisine alıcı ortam suyu girişini önlemektedirler. ÖÇV' ler neopren esnek elastomer materyalden üretilmektedir. Yayıcıya rahatlıkla monte edilebilen ÖÇV 'ler 25mm 'den başlayıp 2400mm 'ye kadar geniş ölçeklerde bulunmaktadır (Duer, 2000). ÖÇV'ler yayıcıda tam dolu akışı sağlayacak miktarda debi bulunmadığında kapalı kalarak tersine akışı ve diğer olumsuzlukları engellemektedir. Atıksu jetinin çıkış hızının yüksek olmasının belirli koşullarda seyrelmeye pozitif yönde etki etmesi ördek gaga çek-valfların bir diğer önemli özelliğidir.



Şekil 2.5: Ördek gaga çek-valflı yayıcı.

2.4. ATIKSU JETİ VE ATIKSU BULUTU

Jet, boru üzerindeki bir delik veya yarıktan akışkanın kendisi ile aynı veya benzer karakteristiklere sahip diğer büyük bir akışkan kütesinin içine verilmesidir. Bulut ise jete benzeyen fakat yoğunluk farkı sebebiyle çevresindeki akışkana göre pozitif (yüzen) veya negatif (batan) potansiyel enerjiye sahip bir akımdır (Berkün, 2006). Atıksu jetleri alıcı ortam yoğunluğu, akıntı hızı ve tabakalaşmaya göre hareket ederek farklı atıksu bulutlarının oluşmasını sağlamaktadır.

Jetin momentumunun yüzücülüğe oranı, çoğunlukla bir büyüklük parametresi olarak kullanılır. Bu oran boyutsuz bir terim olan Yoğunluksal Froude Sayısı (F)'dir. Deşarj şartları düşünülerek dairesel bir delikten deşarj aşağıdaki gibi ifade edilir (Davis, 1999):

$$F = \frac{u_0}{\sqrt{\left(\frac{\rho_a - \rho_0}{\rho_a}\right) \cdot g \cdot B}} \quad (2.2)$$

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

Bu çalışmada alıcı ortam durgun, akıntısız ve tabakasız ortam olarak seçilmiştir ve yapılan tasarımlar bu kabule göre yapılmıştır.

2.5. ATIKSULARIN ALICI ORTAMDA SEYRELMEŞİ

Seyrelme deşarj yapıları ile alıcı ortama iletilen atıksu bulutunun içine sürüklenen alıcı ortam akışkanının bir ölçüsüdür. Seyrelmeye etki eden faktörler:

- Alıcı ortam karakterizasyonu: Atıksuyun verileceği alıcı ortam koşulları seyrelmeye pozitif veya negatif yönde etki etmektedir. Alıcı ortamın akıntılı veya durgun olması, akıntı hızı, tabakalaşma, yoğunluğun düşük veya yüksek olması gibi faktörler seyrelmeye etki eden alıcı ortam faktörleridir.
- Atıksu karakterizasyonu: Alıcı ortama deşarj edilen atıksuyun yoğunluğu, tuzluluğu, atıksu çıkış hızı vb. gibi özellikleri seyrelme verimine etki eder.
- Deşarj sisteminin tasarımı: Atıksu alıcı ortama deşarj sistemi ile iletilmektedir. Deşarj sistemindeki yayıcının tasarımı seyrelme verimi üzerinde oldukça etkilidir. Yayıcı üzerinde bulunan deşarj deliklerinin çapı, yayıcının yerleştirilme şekli, deşarj derinliği gibi faktörler seyrelme veriminde etkilidir.

Alıcı ortamda seyrelme üç şekilde gerçekleşir:

1. Birinci seyrelme (Yakın bölge seyrelmesi): Yayıcı üzerinde bulunan deşarj deliklerinden çıkan atıksu ile alıcı ortam akışkanının fiziksel olarak karışması sonucu ortaya çıkan seyrelmeye birinci seyrelme (yakın bölge seyrelmesi) denir. Deşarj deliklerinden çıkan atıksuyun sahip olduğu bir hızı ve bu hızdan kaynaklanan bir momentumu vardır. Atıksu, alıcı ortamda sahip olduğu momentumun ve atıksu-alıcı ortam yoğunluk farkının etkisi ile hareket eder. Bu hareket yoğunlukların eşitlendiği noktaya veya alıcı ortamın yüzeyine kadar düşey olarak devam eder. Yoğunlukların eşitlendiği noktadan veya alıcı ortamın yüzeyinden itibaren atıksu bulut şeklinde hareketine devam eder.

Birinci seyrelmeye etki eden faktörler atıksu momentumu, atıksu-alıcı ortam yoğunluk farkı ve atıksu-alıcı ortam suyu girişimleri olarak sıralanabilir. Atıksu momentumu, atıksuyun alıcı ortamda düşeyde yapacağı hareketi belirleyen faktörlerden biri olduğu için birinci seyrelmeye direkt etkisi vardır. Atıksu çıkış hızının yüksek olması momentuma, momentumun yüksek olması ise seyrelme verimine pozitif yönde etki edecektir. Atıksu-alıcı ortam yoğunluk farkı, atıksuyun deşarj deliğinden çıkışından sonra yapacağı düşey hareketi etkileyen bir faktördür. Alıcı ortamın akıntılı olması atıksu ile alıcı ortam suyu arasında girişimlerin meydana gelmesine neden olacaktır.

2. İkinci seyrelme (Dispersiyona bağlı seyrelme): Atıksu jetinin düşey hareketini tamamlaması sonucu alıcı ortamda yerel akıntı rejimine ve türbülanslı difüzyona bağlı olarak yatayda hareket etmeye başlar. Atıksuyun yatayda yapmış olduğu bu hareket ve dispersiyon sonucu meydana gelen seyrelme ikinci seyrelme (dispersiyon seyrelmesi) olarak adlandırılır. Dispersiyona bağlı seyrelme hesaplarında Brooks (1968) tarafından geliştirilen dispersiyon modeli yaygın olarak kullanılmaktadır.
3. Üçüncü seyrelme (Bakteriyel inaktivasyon seyrelmesi): Atıksu içerisinde bulunan koliform bakterilerin alıcı ortam şartlarına uyum sağlayamayarak yok

olması ile gerçekleşen seyrelme üçüncü seyrelme (bakteriyel inaktivasyon seyrelmesi) denir. Atıksu içerisinde bulunan bakteri ve diğer organizmaların yaşamsal faaliyetlerini sürdürebilmesi güneş ışığı, sıcaklık, tuzluluk, besi maddesi miktarı, diğer canlılar tarafından parçalanma vb. parametrelere bağlıdır.

Alıcı ortamda meydana gelen birinci seyrelme (S_1), ikinci seyrelme (S_2) ve üçüncü seyrelme (S_3) atıksuyun alıcı ortamdaki toplam seyrelmesini (S) belirler. Toplam seyrelme;

$$S = S_1 \cdot S_2 \cdot S_3$$

(2.3)

olarak ifade edilir.

3. MALZEME VE YÖNTEM

Bu çalışmada, evsel atıksuların KKB 'li, ÖÇV 'li ve KÖÇV 'li derin deniz deşarjlarının yayıcı tasarımları yapılmış ve birinci seyrelmeleri karşılaştırılmıştır. Tasarımların gerçekleştirilmesinde, 10 metre ile 50 metre arası derinlik (H), 1015 kg/m³ ile 1035 kg/m³ arası alıcı ortam yoğunlukları (ρ_a) seçilmiştir. KKB hesapları için Brooks (1960) ve Nemlioğlu (2015) tarafından geliştirilen ' keskin kenarlı hidrolik hesap parametresi' kullanılmıştır. ÖÇV hesapları için Lee ve diğ.' nin (1998) yaklaşımı kullanılmıştır. KÖÇV hesapları içinse hem KKB hesaplarında kullanılan teknik hem de ÖÇV hesaplarında kullanılan teknik kullanılmıştır. Seyrelmeler Fan ve Brooks' un yöntemine (1969) göre çizgi kaynak için hesaplanarak sonuçlara ulaşılmıştır.

3.1. YAYICI HİDROLİK HESAPLARI

Bu çalışmada tasarlanan yayıcılar için aşağıdaki kabuller yapılmıştır.

- E_1 hesabında E_{dalga} ihmal edilmiştir.
- $h_{gel-git} = 0,5$ m (Türkiye için)
- $h_{emniyet} = 0,3$ m
- $V_{min} - V_{maks} = 0,6$ m/s - 0,9 m/s
- $Q_{30} = 0,5$ m³/s - 1,0 m³/s - 1,5 m³/s - 2,0 m³/s - 2,5 m³/s
- $\rho_0 = 1000$ kg/m³
- $\rho_a = 1015$ kg/m³ - 1020 kg/m³ - 1025 kg/m³ - 1030 kg/m³ - 1035 kg/m³
- H = 10 m - 20 m - 30 m - 40 m - 50 m
- d = 0,15 m
- s = 5 m
- $L_{ana} = 1500$ m
- f = 0,02
- q = 0,25 m³/gün.kişi
- Kalın et kalınlıklı boru (KKB)

- Değişken çaplı yayıcı (DÇY) seçilmiştir.
- Aynı deşarj debileri için aynı boru çapı kullanılır (D_{ana}).
- Seyrelme değerleri çizgi kaynak için hesaplanmıştır. Bu nedenle tek delikli seçenekler oluştuğunda araştırma dışı bırakılmışlardır.

Yayıcının çalışması için gerekli olan enerji değerinin (E_1) hesaplanmasında emniyet yüksekliği ($h_{emniyet}$) ve gel-git yüksekliği ($h_{gel-git}$) değerleri kullanılmaktadır ve bu değerlerin seçilmesinde Türkiye gel-git değerleri esas alınmıştır.

Minimum ve maksimum hız değerleri (V_{min} ve V_{maks}) yayıcı içerisindeki atıksuyun akmasını sağlamak amacıyla uyulması gereken sınır değerlerdir.

Tasarım debileri (Q_{30}), proje başlangıcından 30 yıl sonraki hedeflenen atıksu debilerdir.

ρ_0 , atıksu yoğunluğunu; ρ_a , alıcı ortam yoğunluğunu belirtir ve değerler hayali olarak seçilmiştir.

H, deşarj derinliğini ifade etmektedir ve değerler hayali olarak seçilmiştir.

d, deşarj borusunun çapını; s, deşarj delikleri arasındaki uzaklık; L_{ana} , ana borunun uzunluğunu ifade etmektedir.

f (Darcy-Weisbach katsayısı), hidrolik yük kaybı hesabında kullanılan sabit bir katsayıdır.

3.1.1. $t=30$ yıl İçin Yayıcı Hidrolik Hesapları

-Enerji Hesabı;

$$P_1 = P_2 \quad (3.1)$$

$$\rho_0 \cdot g \cdot h = \rho_a \cdot g \cdot (H + h_{gel-git} + h_{emniyet}) \quad (3.2)$$

$$h = \frac{\rho_a(H+h_{gel-git}+h_{emniyet})}{\rho_0} \quad (3.3)$$

h: Toplam su yüksekliği (m).

ρ_a : Alıcı ortam yoğunluğu (kg/m^3).

ρ_0 : Atıksu yoğunluğunu (kg/m^3).

H: Deşarj derinliği (m).

$h_{gel-git}$ = Gel-git yüksekliği (m).

$h_{emniyet}$ = Emniyet yüksekliği (m).

$$E_1 = h - H \quad (3.4)$$

Yukarıdaki işlem basamakları takip edilerek yayıcıların çalışabilmesi için gerekli olan enerji (E_1) miktarlarına ulaşılmıştır.

3.1.1.1. $t=30$ yıl KKB' li Yayıcı Hidrolik Hesabı

Aşağıdaki işlem basamakları takip edilerek, $t=30$ yıl için seçilen tasarım debilerine (Q_{30}) ulaşana kadar hesaplamalara devam edilmiştir.

$$a_n = \frac{\pi \cdot d^2}{4} \quad (3.5)$$

a_n : Delik alanı (m^2).

d: Delik çapı (m).

$$C_D = 1,2 \cdot 0,61 \quad (3.6)$$

C_D : Deşarj katsayısı.

Sistemde kalın kenarlı boru kullanıldığından hesapta et kalınlığı sabiti' 1,2' alınmaktadır (Miller, 1971).

$$q_n = C_D \cdot a_n \cdot \sqrt{(2 \cdot E_n \cdot g)} \quad (3.7)$$

q_n : Delikten geçen debi miktarı (m^3/s).

E_n : Her delikteki enerji (m).

g: Yerçekimi ivmesi (m/s^2).

$$Q_T = q_1 + q_2 + \dots + q_n \quad (3.8)$$

Q_T : Toplam debi (m^3/s).

$$u_0 = \frac{q_n}{a_n} \quad (3.9)$$

u_0 : Delikten çıkan akışkanın hızı (m/s).

- D_{ana} hesabı;

$$D_{min} = \sqrt{\frac{4 \cdot Q_T}{\pi \cdot V_{maks}}} \quad (3.10)$$

$$D_{maks} = \sqrt{\frac{4 \cdot Q_T}{\pi \cdot V_{min}}} \quad (3.11)$$

D_{ana} : Ana boru çapı (m).

D_{min} : Minimum ana boru çapı (m).

D_{maks} : Maksimum ana boru çapı (m).

V_{min} : Yayıcıdaki minimum atıksu hızı (m/s).

V_{maks} : Yayıcıdaki maksimum atıksu hızı (m/s).

Standart çaplar: 0,006 m - 0,008 m - 0,01 m - 0,015 m - 0,02 m - 0,025 m - 0,03 m - 0,04 m - 0,05 m - 0,065 m - 0,1 m - 0,15 m - 0,2 m - 0,3 m - 0,35 m - 0,4 m - 0,45 m - 0,5 m - 0,55 m - 0,6 m - 0,65 m - 0,7 m - 0,75 m - 0,8 m - 0,9 m - 1 m - 1,1 m - 1,2 m - 1,4 m - 1,5 m - 1,6 m - 1,8 m - 2 m - 2,2 m - 2,4 m - 2,6 m - 2,8 m - 3 m [Flowtite, 2005 ile Topacık ve Eroğlu, 1993].

$$A_n = \frac{\pi \cdot D_{ana}^2}{4} \quad (3.12)$$

A_n : Ana borunun alanı (m^2).

$$V_{ana} = \frac{Q_T}{A_n} \quad (3.13)$$

V_{ana} : Ana borudaki akışkanın hızı (m/s).

$$h_f = f \cdot \frac{s}{D_{n-1}} \cdot \frac{V_{n-1}^2}{2 \cdot g} \quad (3.14)$$

h_f : Yük kaybı (m).

f : Sürtünme katsayısı (0,02)

s : Delikler arası uzaklık (m).

D_{n-1} : Bir önceki delikteki ana boru çapı (m).

V_{n-1} : Bir önceki delikteki ana boru içindeki hız (m/s).

$$E_n = E_{n-1} + h_f \quad (3.15)$$

3.1.1.2. $t=30$ yıl Ördek Gaga Çek-Valf (ÖÇV)' li Yayıcı Hidrolik Hesabı

ÖÇV' li yayıcı hidrolik hesapları Lee ve diğ.' nin çalışması (1998) esas alınarak yapılmıştır. KKB hidrolik hesabında kullanılan C_D katsayısı ÖÇV hesabında kullanılmaz. Yayıcının her bir deliğine takılan ÖÇV' lerden çıkan jetlerin hızı KKB' ye göre değiştiğinden Lee ve diğ. (1998) çalışmalarında farklı çapları (0,15-0,2-0,3 m) deneyerek yeni bir hidrolik karakteristik yaklaşımı ortaya koymuşlardır. Bu yaklaşımla, yayıcı içerisindeki akışkanın hızını (u_0) ve deşarj edilen jetin alanını (a_j) hesaplayacak fonksiyonel denklemler (3.16 ve 3.17) belirlenmiştir.

$$y = 1,196 \cdot x^{0,961} \quad (3.16)$$

$$E_n = 1,196 \cdot \left(\frac{u_0^2}{2 \cdot g} \right)^{0,961}$$

u_0 : Yayıcı içerisindeki akışkanın hızı (m/s).

$$y = 0,729 \cdot x^{0,593} \quad (3.17)$$

$$\frac{a_j}{a_n} = 0,729 \cdot \left(\frac{u_0^2}{2 \cdot g \cdot E_n} \right)^{0,593}$$

a_j : Ördek gaga çek-valftan çıkan jetin alanı (m^2).

a_n : Dairesel deliğin alanı (m^2).

$$q = a_n \cdot u_0 \quad (3.18)$$

$$u_j = \frac{q}{a_j} \quad (3.19)$$

$$h_f = f \cdot \frac{s}{D} \cdot \frac{V^2}{2 \cdot g} \quad (3.20)$$

$$h_k = (0,4934 \cdot x^3 - 0,704 \cdot x^2 - 0,2912 \cdot x + 0,4972) \cdot \frac{(V_{n-1})^2}{2 \cdot g} \quad (3.21)$$

$$x = \left(\frac{D_{n-1}}{D_n} \right)^2$$

$$E_n = E_{n-1} + h_f + h_k \quad (3.22)$$

ÖÇV hidrolik hesabında, yayıcının çapları değiştirilmeden aynen alınarak işlemler yapılmıştır. Yukarıdaki işlem basamakları takip edilerek t=30 yıl' daki tasarım debilerine ulaşana kadar işlemlere devam edilmiştir.

3.1.1.3. t=30 yıl KÖÇV' li Yayıcı Hidrolik Hesabı

Bu çalışmada kısmen ördek gaga çek-valflü yayıcının hidrolik hesabı yapılırken KKB hesabında bulunan yayıcı delik çapları değiştirilmemiştir. KÖÇV' li yayıcıda, t=0 yıldaki KKB hesabında çalışmayan ve tam dolu akış olmayan deliklere ÖÇV takılmıştır. Daha sonra yayıcı iki kısma ayrılarak birinci kısmı KKB hesabına göre tasarlanmış, ikinci kısmı ise ÖÇV hesabına göre tasarlanmıştır. Bu tasarım yapılırken birinin son enerjisi diğerinin başlangıç enerjisi olarak alınmıştır. KKB kısmından ÖÇV kısmına geçişteki yük kaybı da hesaplara dahil edilmiştir.

3.1.2. t=0 yıl İçin Yayıcı Hidrolik Hesapları

Yayıcının ilk çalışmaya başladığı yılki atıksu debisini hesaplayabilmek için' İller Bankası Yönetmeliği'' nde belirlenen nüfus hesaplama yöntemi kullanılmıştır. Bu sayede 30 yıl önceki nüfus miktarları hesaplanarak, 30 yıl önceki atıksu debilerine ulaşılmıştır.

$$N_{30} = \frac{Q_{30}}{q} \quad (3.23)$$

Q_{30} : 30 yıl sonunda hedeflenen debi (m^3/s).

q : $2,89 \times 10^{-6}$ ($m^3/\text{kişi.s}$).

N_{30} : Son (30 yıl sonundaki) nüfus (kişi).

$$N_0 = \frac{N_{30}}{\left(1 + \frac{K}{100}\right)^t} \quad (3.24)$$

N_0 : İlk nüfus (kişi).

t: Tasarım süresi (yıl).

K: Çoğalma katsayısı (=3).

$$Q_0 = N_0 \cdot q \quad (3.25)$$

Q_0 : t=0 yıldıki debi miktarı (m^3/s).

3.1.2.1. t=0 yıl KKB' li Yayıcı Hidrolik Hesabı

t=0 yıl hidrolik hesaplarını yapabilmek için, t=30 yıl için belirlenen ana boru çapları (D), ana boru içerisindeki akışkan hızları (V) ve ana boru uzunluğu (L) ele alınarak yük kayıpları (h_f) hesaplanmıştır. Yayıcıların son deliklerindeki enerji miktarları (E_n) ile yük kayıpları toplanarak toplam enerji (E_T) elde edilmiştir. t=0 yıl için bulunan debi değerlerinden (Q_0) yola çıkılarak başlangıç yılındaki yük kayıpları hesaplanmıştır. Bu yük kayıpları toplam enerjiden çıkarılarak t=0 yıl için enerji değerleri elde edilmiş ve başlangıçtaki çalışan delik sayıları belirlenmiştir.

$$h_f = f \cdot \frac{L}{D} \cdot \frac{V^2}{2 \cdot g} \quad (3.26)$$

h_f : Yük kaybı (m).

D: Ana boru Çapı (m).

V: Ana borudaki akışkanın hızı (m/s).

L: Ana boru uzunluğu (m).

$$E_T = E_N + h_f \quad (3.27)$$

E_T : Toplam enerji (m).

$$V_0 = \frac{Q_0}{\frac{\pi \cdot D^2}{4}} \quad (3.28)$$

$$h_{f_0} = f \cdot \frac{L}{D} \cdot \frac{V_0^2}{2g} \quad (3.29)$$

$$E_n = E_T - h_{f_0} \quad (3.30)$$

t=0 yılda yayıcıların son deliklerinin çalışması için gerekli olan enerji miktarları yukarıdaki işlem basamakları takip edilerek bulunmuştur. Bu değerler t=30 yıl hesaplarında ilk deliklerdeki enerjiler değiştirilerek sabitlenmeye çalışılmıştır. Daha sonra Q₀ değerlerinin sağlandığı delik sayıları belirlenmiştir.

3.1.2.2. t=0 yıl ÖÇV' li Yayıcı Hidrolik Hesabı

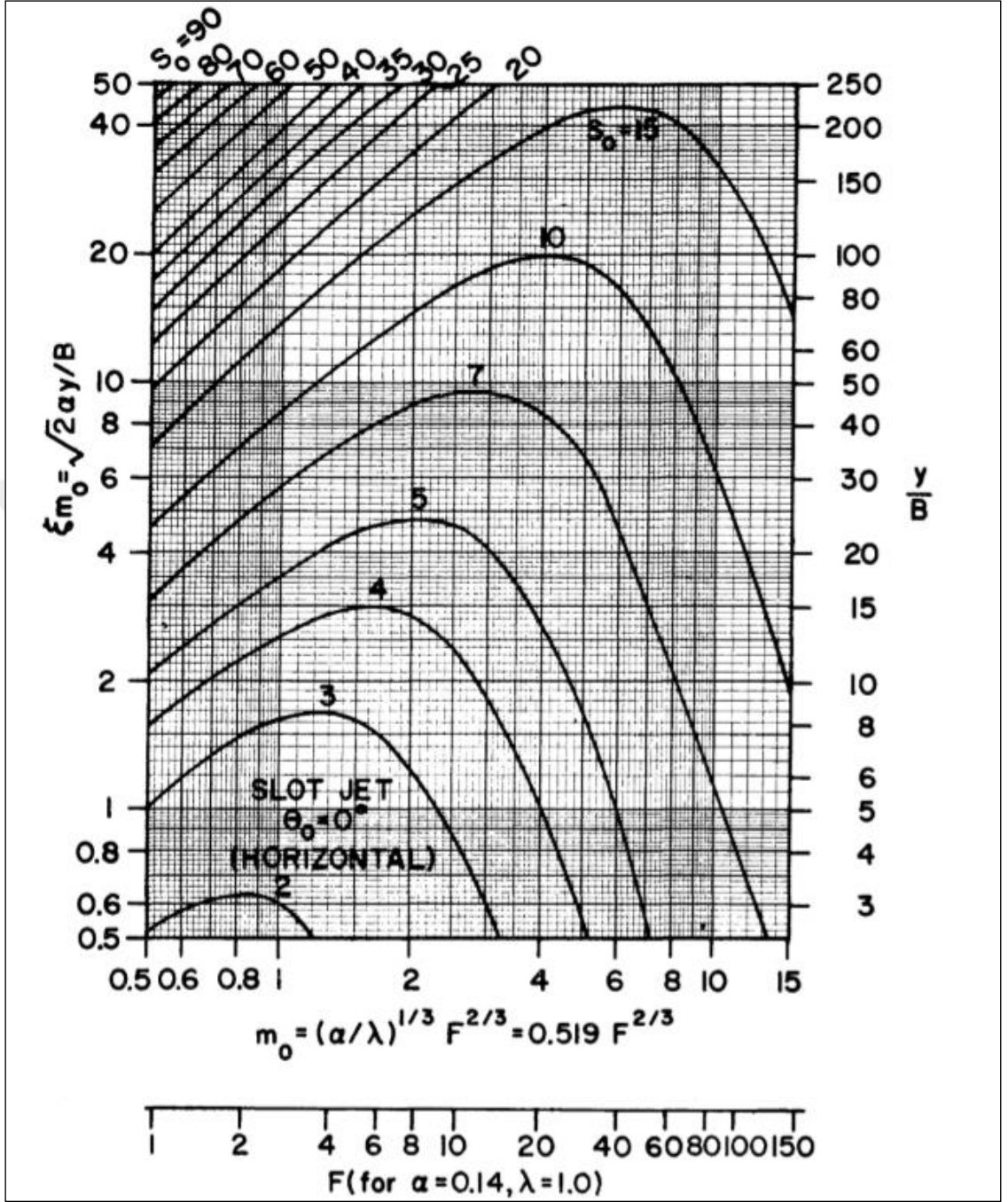
t=0 yıl KKB' li yayıcı için bulunan enerji değerleri t=0 yıl ÖÇV' li yayıcı için de aynı şekilde t=30 yıl ÖÇV hesaplarında sağlanmaya çalışılmıştır. Daha sonra çalışan ÖÇV' li delik sayısı belirlenmiştir.

3.1.2.3. t=0 yıl KÖÇV' li Yayıcı Hidrolik Hesabı

t=0 yıl KKB' li yayıcıda çalışan delik sayıları belirlendikten sonra tam dolu akış olmayan ve çalışmayan KKB' li deliklerin tümüne ÖÇV takılmıştır. Bu duruma göre yayıcı iki kısma ayrılarak hidrolik hesapları yapılmıştır. Birinci kısım KKB hesabına göre tasarlanmış, ikinci kısım ise ÖÇV hesabına göre tasarlanmıştır. Bu tasarım yapılırken birinin son enerjisi diğerinin başlangıç enerjisi olarak alınmıştır. KKB kısmından ÖÇV kısmına geçişteki yük kaybı da hesaplara dahil edilmiştir.

3.2. SEYRELME HESAPLARI

Bu çalışmada seyrelme değerlerinin hesaplanmasında Fan ve Brooks' un (1969) geliştirdiği "Durgun alıcı ortamda yatay açıyla deşarj edilen çizgisel jetlerin birinci seyrelmesi" yaklaşımı esas alınmıştır (Şekil 3.1).



Şekil 3.1: Durgun alıcı ortamda yatay açıyla deşarj edilen jetlerin seyrelme hesaplama grafiği (Brooks, 1972).

3.2.1. KKB Seyrelme Hesabı

Seyrelme hesaplarının yapılabilmesi için Froude Sayılarının hesaplanması gerekmektedir. Froude sayılarından (F) yola çıkılarak ve aşağıdaki işlem basamakları takip edilerek abakta kullanılan Froude Sayılarına (F') ulaşılmıştır.

$$B = \frac{A}{s} = \frac{\pi \cdot d^2}{4 \cdot s} \quad (3.31)$$

B: Jetin genişliği (m).

s: Delikler arası uzaklık (m).

d: Delik çapı (m).

$$F = \frac{u_0}{\sqrt{\left(\frac{\rho_a - \rho_0}{\rho_a}\right) \cdot g \cdot B}} \quad (3.32)$$

F: Froude sayısı

u_0 : Tüm deliklerdeki çıkış hızlarının ortalaması (m/s).

ρ_0 : Deşarj edilen akışkanın yoğunluğu (kg/m^3).

ρ_a : Alıcı ortam yoğunluğu (kg/m^3).

Bu aşamada grafik okumalarını yapabilmek için ordinattaki y/B ($y=H$) oranına bakılması gerekmektedir. Bu oranın 200 değerinden büyük çıkması halinde el ile hesaplama yapılması gerekmektedir.

$$\frac{y/B}{F^{4/3}} \quad (3.33)$$

$$F' = \left(\frac{200}{\frac{y/B}{F^{4/3}}} \right)^{3/4} \quad (3.34)$$

F': Froude sayısı (Abakta kullanılan)

Bu aşamada abaktaki apsisten F' değeri ile ordinattan 200 değeri karşılaştırılarak S' değeri bulunmuştur.

$$S = S' \cdot \left(\frac{F'}{F} \right)^{2/3} \quad (3.35)$$

3.2.2. ÖÇV Seyrelme Hesabı

KKB seyrelme hesaplarında yapılan işlemlerin aynıları ÖÇV seyrelmeleri için de yapılmıştır. Buradaki fark değişkenlerin ÖÇV' ye ait olan değişkenler olmasıdır.

$$B = \frac{a_j}{s} \quad (3.36)$$

a_j : Ördek gaga çek-valftan çıkan jetin alanı (m^2)

$$F = \frac{u_j}{\sqrt{\left(\frac{\rho_a - \rho_0}{\rho_a}\right) \cdot g \cdot B}} \quad (3.37)$$

u_j : Tüm ördek gaga çek-valflardan çıkış hızlarının ortalaması (m/s).

$$\frac{y/B}{F^{4/3}} \quad (3.38)$$

$$F' = \left(\frac{200}{\frac{y/B}{F^{4/3}}} \right)^{3/4} \quad (3.39)$$

$$S = S' \cdot \left(\frac{F'}{F} \right)^{2/3} \quad (3.40)$$

3.2.3. KÖÇV Seyrelme Hesabı

KÖÇV hidrolik hesaplarında olduğu gibi seyrelme hesapları da yayıcı iki kısma ayrılarak gerçekleştirilmiştir. KKB' li olan kısımların seyrelmesi (S_D) ayrı olarak KKB seyrelme hesabına göre, ÖÇV' li olan kısımların seyrelmesi ($S_{\hat{O}}$) ise yine ayrı olarak ÖÇV seyrelme hesabına göre bulunmuştur. Daha sonra aşağıda verilen denkleme göre genel KÖÇV seyrelmeleri (S_K) hesaplanmıştır.

$$S_K = \frac{(S_D \cdot N_D) + (S_{\hat{O}} \cdot N_{\hat{O}})}{(N_D + N_{\hat{O}})} \quad (3.41)$$

3.3. TASARRUF HESABI

$$T = \frac{N_D}{N_T} \cdot 100 \quad (3.42)$$

T: Tasarruf (%)

N_D : KÖÇV' li yayıcıdaki dairesel delik sayısı

N_T : KÖÇV' li yayıcıdaki toplam delik sayısı

3.4. YAYICI ÖRNEK TASARIMI

Örnek tasarımlar için veriler;

$$\begin{array}{llll}
 Q= 0,5 \text{ m}^3/\text{s} & \rho_0= 1000 \text{ kg/m}^3 & h_{\text{gel-git}}= 0,5 \text{ m} & d= 0,15 \text{ m} \\
 H= 10 \text{ m} & g= 9,81 \text{ m/s}^2 & h_{\text{emniyet}}= 0,3 \text{ m} & s= 5 \text{ m} \\
 \rho_a= 1015 \text{ kg/m}^3 & L= 1500 \text{ m} & f= 0,02 & V_{\text{min}} - V_{\text{maks}}= 0,6 - 0,9 \\
 & & & \text{m/s}
 \end{array}$$

t=30 yıl KKB örnek tasarımı;

$$h = \frac{\rho_a(H + h_{\text{gel-git}} + h_{\text{emniyet}})}{\rho_0}$$

$$h = \frac{1015(10 + 0,5 + 0,3)}{1000} = 10,962 \text{ m}$$

$$E_1 = h - H$$

$$E_1 = 10,962 - 10 = 0,962 \text{ m}$$

$$a_1 = \frac{\pi \cdot d^2}{4}$$

$$a_1 = \frac{\pi \cdot 0,15^2}{4} \cong 0,018 \text{ m}^2$$

$$C_D = 1,2 \cdot 0,61 = 0,732$$

$$q_1 = C_D \cdot a_1 \cdot \sqrt{(2 \cdot E_1 \cdot g)}$$

$$q_1 = 0,732 \cdot 0,018 \cdot \sqrt{(2 \cdot 0,962 \cdot 9,81)} \cong 0,057 \text{ m}^3/\text{s}$$

$$Q_T = q_1 = 0,057 \text{ m}^3/\text{s}$$

$$u_0 = \frac{q_1}{a_1}$$

$$u_0 = \frac{0,057}{0,018} \cong 3,18 \text{ m/s}$$

D_{ana} belirleme;

$$D_{min} = \sqrt{\frac{4 \cdot Q_T}{\pi \cdot V_{maks}}}$$

$$D_{min} = \sqrt{\frac{4 \cdot 0,057}{\pi \cdot 0,9}} \cong 0,28 \text{ m}$$

$$D_{maks} = \sqrt{\frac{4 \cdot Q_T}{\pi \cdot V_{min}}}$$

$$D_{min} = \sqrt{\frac{4 \cdot 0,057}{\pi \cdot 0,6}} \cong 0,34 \text{ m}$$

$$D_{min} < D_{ana} < D_{maks} \Rightarrow D_{ana} = 0,30 \text{ m}$$

$$A_1 = \frac{\pi \cdot D_{ana}^2}{4}$$

$$A_1 = \frac{\pi \cdot 0,30^2}{4} \cong 0,07 \text{ m}^2$$

$$V_{ana} = \frac{Q_T}{A_1}$$

$$V_{ana} = \frac{0,057}{0,07} = 0,81 \text{ m/s}$$

$$h_f = f \cdot \frac{s}{D_{n-1}} \cdot \frac{V_{n-1}^2}{2 \cdot g}$$

$$h_f = 0,02 \cdot \frac{5}{0,30} \cdot \frac{0,81^2}{2 \cdot 9,81} = 0,011 \text{ m}$$

$$E_2 = E_1 + h_f$$

$$E_2 = 0,962 + 0,011 = 0,973 \text{ m}$$

İşlemler devam ettirildiğinde $Q_T = Q_{30} = 0,5 \text{ m}^3/\text{s}$ debiye 10 delikte ulaşıldığı bulunur ($N_{30}=10$).

t=30 yıl ÖÇV örnek tasarımı;

$$E_n = 1,196 \cdot \left(\frac{u_0^2}{2 \cdot g} \right)^{0,961}$$

$$0,962 = 1,196 \cdot \left(\frac{u_0^2}{2 \cdot 9,81} \right)^{0,961} \Rightarrow u_0 = 3,87 \text{ m/s}$$

$$a_n = \frac{\pi \cdot d^2}{4}$$

$$a_1 = \frac{\pi \cdot 0,15^2}{4} = 0,018 \text{ m}^2$$

$$\frac{a_j}{a_n} = 0,729 \cdot \left(\frac{u_0^2}{2 \cdot g \cdot E_n} \right)^{0,593}$$

$$\frac{a_j}{0,018} = 0,729 \cdot \left(\frac{3,87^2}{2 \cdot 9,81 \cdot 0,962} \right)^{0,593} \Rightarrow a_j = 0,011 \text{ m}^2$$

$$q_1 = a_1 \cdot u_0$$

$$q_1 = 0,018 \cdot 3,87 = 0,069 \text{ m}^3/\text{s}$$

$$u_j = \frac{q}{a_j}$$

$$u_j = \frac{0,069}{0,011} = 6,27 \text{ m/s}$$

$$h_f = f \cdot \frac{s}{D} \cdot \frac{v^2}{2 \cdot g}$$

$$h_f = 0,02 \cdot \frac{5}{0,30} \cdot \frac{(0,069/0,07)^2}{2 \cdot 9,81} = 0,016 \text{ m}$$

$$x = \left(\frac{D_1}{D_2}\right)^2$$

$$h_k = (0,4934 \cdot x^3 - 0,704 \cdot x^2 - 0,2912 \cdot x + 0,4972) \cdot \frac{(V_1)^2}{2 \cdot g}$$

$$x = \left(\frac{0,30}{0,45}\right)^2 = 0,44$$

$$h_k = (0,4934 \cdot 0,44^3 - 0,704 \cdot 0,44^2 - 0,2912 \cdot 0,44 + 0,4972) \cdot \frac{(0,069/0,07)^2}{2 \cdot 9,81}$$

$$h_k = 0,013 \text{ m}$$

$$E_2 = E_1 + h_f + h_k$$

$$E_2 = 0,962 + 0,016 + 0,013 = 0,991 \text{ m}$$

İşlemler devam ettirildiğinde $Q_T = Q_{30} = 0,5 \text{ m}^3/\text{s}$ debiye, toplamaya son delikten başlanarak 7 delikte ulaşıldığı bulunur ($N_{\text{öçv}30}=7$).

t=0 yıl KKB ve ÖÇV örnek tasarımı;

$$N_{30} = \frac{Q_{30}}{q}$$

$$N_{30} = \frac{0,5}{2,89 \cdot 10^{-6}} = 173010 \text{ kişi}$$

$$N_0 = \frac{N_{30}}{\left(1 + \frac{K}{100}\right)^t}$$

$$N_0 = \frac{173010}{\left(1 + \frac{3}{100}\right)^{30}} = 71278 \text{ kişi}$$

$$Q_0 = N_0 \cdot q$$

$$Q_0 = 71278 \cdot 2,89 \cdot 10^{-6} = 0,205 \text{ m}^3/\text{s}$$

$$h_f = f \cdot \frac{L}{D_{son}} \cdot \frac{V_{son}^2}{2 \cdot g}$$

$$h_f = 0,02 \cdot \frac{1500}{1,00} \cdot \frac{0,708^2}{2 \cdot 9,81} = 0,766 \text{ m}$$

$$E_T = E_N + h_f$$

$$E_T = 1,031 + 0,766 = 1,797 \text{ m}$$

$$V_0 = \frac{Q_0}{\frac{\pi \cdot D^2}{4}}$$

$$V_0 = \frac{0,205}{\frac{\pi \cdot 1,00^2}{4}} = 0,262 \text{ m/s}$$

$$h_{f_0} = f \cdot \frac{L}{D} \cdot \frac{V_0^2}{2 \cdot g}$$

$$h_{f_0} = 0,02 \cdot \frac{1500}{1,00} \cdot \frac{0,262^2}{2 \cdot 9,81} = 0,105 \text{ m}$$

$$E_N = E_T - h_{f_0}$$

$$E_N = 1,797 - 0,105 = 1,692 \text{ m}$$

Bu değer $t=30$ yıl KKB hesaplarında sağlanarak, $t=0$ yıldıaki aktif (alışan) delik sayısı 3 olarak bulunur ($N_a=3$). Aynı şekilde $t=30$ yıl ÖV hesaplarında da sağlanarak, $t=0$ yıldıaki aktif (alışan) delik sayısı 3 olarak bulunur ($N_{va}=3$).

$t=30$ yıl ve $t=0$ yıl KÖV örneğ tasarımı;

$t=0$ yıl KKB hesabına göre N_a-1 adet (2 adet) delik sayısı olduğu gibi bırakılır, tam dolu akış olmayan ve hiç akış olmayan deliklerin tümüne (8 adet) ÖV takılır. Bu yaklaşıma göre yayıcı iki parçaya ayrılarak işlemler yapılır.

Seyrelme örnek hesapları;**KKB için;**

t=30 yıl KKB seyrelmeleri aşağıdaki şekilde hesaplanır.

$$B = \frac{A}{s} = \frac{\pi \cdot d^2}{4 \cdot s}$$

$$B = \frac{A}{s} = \frac{\pi \cdot 0,15^2}{4 \cdot 5} = 3,53 \cdot 10^{-3} \text{ m}$$

$$F = \frac{u_0}{\sqrt{\left(\frac{\rho_a - \rho_0}{\rho_a}\right) \cdot g \cdot B}}$$

$$F = \frac{3,15}{\sqrt{\left(\frac{1015 - 1000}{1015}\right) \cdot 9,81 \cdot 3,53 \cdot 10^{-3}}} = 139,24$$

$$y = H = 10 \text{ m}$$

$$\frac{y}{B} = \frac{10}{3,53 \cdot 10^{-3}} = 2829,42$$

$$\frac{y/B}{F^3} = \frac{2829,42}{139,24^3} = 3,93$$

$$F' = \left(\frac{200}{\frac{y/B}{F^3}} \right)^{3/4}$$

$$F' = \left(\frac{200}{3,93} \right)^{3/4} = 19,09 \text{ X}$$

$$F' = \left(\frac{150}{3,93} \right)^{3/4} = 15,36$$

Grafikten yararlanarak S'=13,29 bulunur.

$$S = S' \cdot \left(\frac{F}{F'}\right)^{2/3}$$

$$S = 13,29 \cdot \left(\frac{139,24}{15,36}\right)^{2/3} = 57,72$$

t=0 yıl seyrelme hesapları da t=30 yıl ile aynı şekilde hesaplanarak S=55,16 bulunur.

ÖÇV için;

t=30 yıl ÖÇV seyrelmeleri aşağıdaki şekilde hesaplanır.

$$B = \frac{a_j}{s}$$

$$B = \frac{0,011}{5} = 2,2 \cdot 10^{-3}$$

$$F = \frac{u_j}{\sqrt{\left(\frac{\rho_a - \rho_0}{\rho_a}\right) \cdot g \cdot B}}$$

$$F = \frac{6,20}{\sqrt{\left(\frac{1015 - 1000}{1015}\right) \cdot 9,81 \cdot 2,2 \cdot 10^{-3}}} = 347,16$$

$$y = H = 10 \text{ m}$$

$$\frac{y}{B} = \frac{10}{2,2 \cdot 10^{-3}} = 4545,45$$

$$\frac{y/B}{F^{4/3}} = \frac{4545,45}{347,16^{4/3}} = 1,86$$

$$F' = \left(\frac{200}{\frac{y/B}{F^{4/3}}}\right)^{3/4}$$

$$F' = \left(\frac{200}{1,86}\right)^{3/4} = 33,39 \text{ X}$$

$$F' = \left(\frac{150}{1,86}\right)^{3/4} = 26,86$$

Grafikten yararlanarak $S'=12,52$ bulunur.

$$S = S' \cdot \left(\frac{F}{F'}\right)^{2/3}$$

$$S = 12,52 \cdot \left(\frac{347,16}{26,82}\right)^{2/3} = 68,92$$

$t=0$ yıl seyrelme hesapları da $t=30$ yıl ile aynı şekilde hesaplanarak $S=69,91$ bulunur.

KÖÇV için;

$t=30$ yıl KÖÇV seyrelmeleri hesaplanırken; KKB kısmı ve ÖÇV kısmı ayrı şekilde hesaplanarak yukarıdaki yöntemle $S_D=57,20$ ve $S_Ö=68,92$ bulunur.

$$S_K = \frac{(S_D \cdot N_D) + (S_Ö \cdot N_Ö)}{(N_D + N_Ö)}$$

$$S_K = \frac{(57,20 \cdot 2) + (68,92 \cdot 6)}{(2 + 6)} = 65,99$$

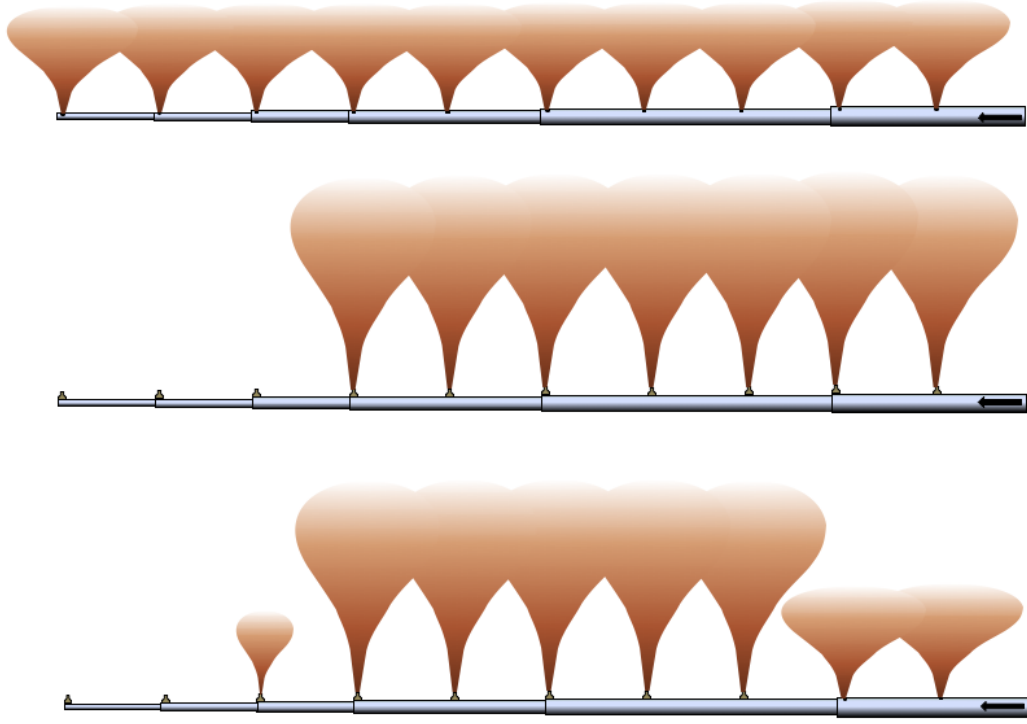
$t=0$ yıl seyrelme hesapları da $t=30$ yıl ile aynı şekilde hesaplanarak $S_K=60,02$ bulunur.

Yapılan tasarımlar $t=30$ yıl için Şekil 3.4' de ve $t=0$ yıl için Şekil 3.5' de gösterilmiştir.

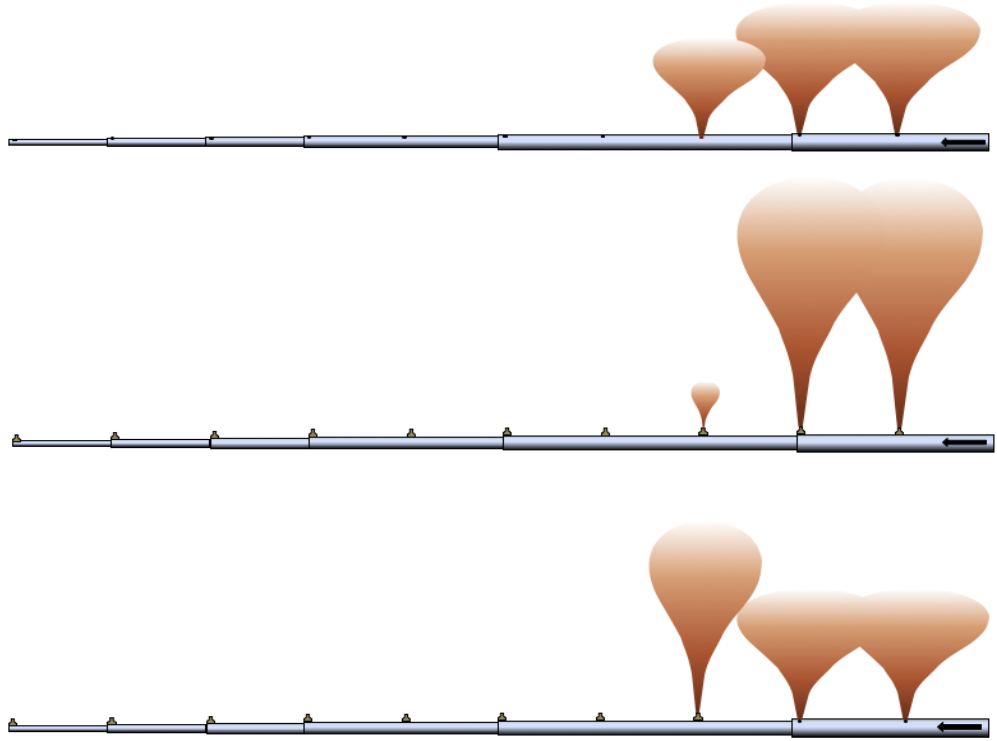
Tasarruf;

$$T = \frac{N_D}{N_T} \cdot 100$$

$$T = \frac{2}{10} \cdot 100 = 20,00 (\%)$$



Şekil 3.4: $t=30$ yıl için sırasıyla KKB, ÖÇV ve KÖÇV' li yayıcı tasarımları (plan).



Şekil 3.5: $t=0$ yıl için sırasıyla KKB, ÖÇV ve KÖÇV' li yayıcı tasarımları (plan).

3.5. KRİTİK DERİNLİK MODELLEMESİ

KÖÇV uygulanacak minimum kritik derinliğin tahmin modelinin yapılmasında' MS Excel En Küçük Kareler Yöntemi' kullanılmıştır.

Model;

t=30 yıl için;

$$y = 147,98 \cdot x^{-0,473} \quad R^2 = 0,99 \quad (3.43)$$

t=0 yıl için;

$$y = 181,57 \cdot x^{-0,482} \quad R^2 = 0,99 \quad (3.44)$$

Seyrelmenin daima KÖÇV' de pozitif olduğu taraf (güvenli taraf) alınmıştır. Bunun için modelin %1,5 büyütülmesi gerektiği bulunmuştur.

Güvenli Model;

t=30 yıl için;

$$y = 150,20 \cdot x^{-0,473} \quad R^2 = 1 \quad (3.45)$$

t=0 yıl için;

$$y = 184,29 \cdot x^{-0,482} \quad R^2 = 1 \quad (3.46)$$

Burada y, kritik derinliği (H_{kr}) ve x, alıcı ortamın oşinografik yoğunluğunu (σ_{ta}) ifade etmektedir. Alıcı ortamın oşinografik yoğunluğu aşağıdaki şekilde hesaplanmaktadır.

$$\rho_a = 1000 + \sigma_{ta} \quad (3.47)$$

ρ_a : Alıcı ortam yoğunluğu (kg/m^3)

σ_{ta} : Alıcı ortam oşinografik yoğunluğu (kg/m^3)

4. BULGULAR

4.1. DEĞİŞKEN ÇAPLI YAYICILARDA (DÇY) KISMEN ÖRDEKGAGA ÇEK-VALF (KÖÇV) KULLANIMININ BİRİNCİ SEYRELME ÜZERİNDEKİ ETKİLERİ

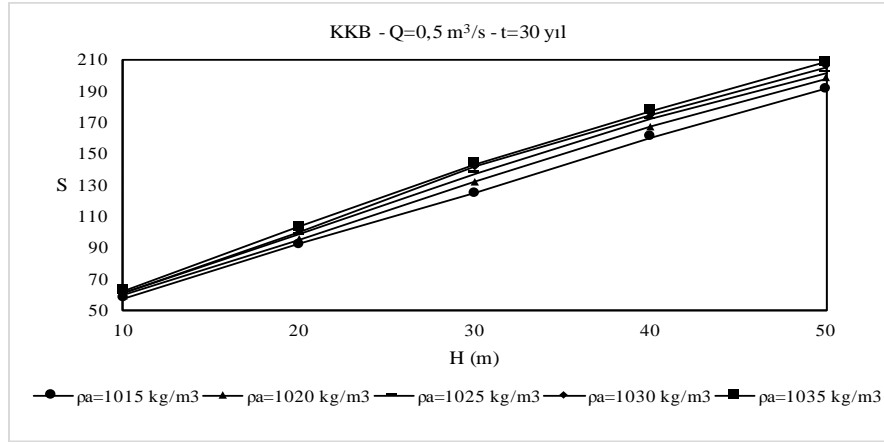
4.1.1. $Q_{30}=0,5 \text{ m}^3/\text{s}$ Kapasiteli DÇY' de KÖÇV Kullanımının Birinci Seyrelme Üzerindeki Etkileri

4.1.1.1. $t=30 \text{ yıl}$

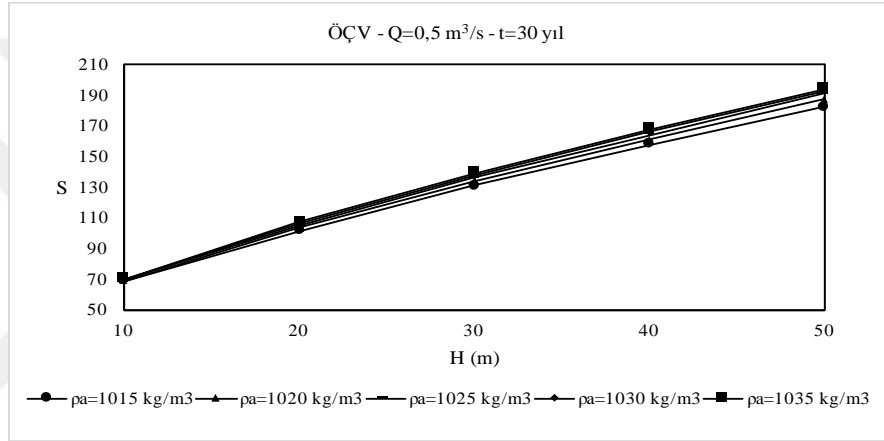
$t=30$ yıl için, $Q=0,5 \text{ m}^3/\text{s}$ debi kapasiteli, $\rho_a=1015-1035 \text{ kg/m}^3$ aralığında alıcı ortam yoğunluklarında, $H=10-50 \text{ m}$ aralığında deşarj derinliklerinde 25 adet KKB' li, 25 adet ÖÇV' li, 25 adet KÖÇV' li yayıcı tasarımı yapılmış ve parametre değerleri Tablo 4.1' de özetlenmiştir.

Tablo 4.1: $Q=0,5 \text{ m}^3/\text{s}$ debi kapasiteli KKB, ÖÇV ve KÖÇV' li yayıcıların $t=30$ yıldaki parametrelerinin özeti.

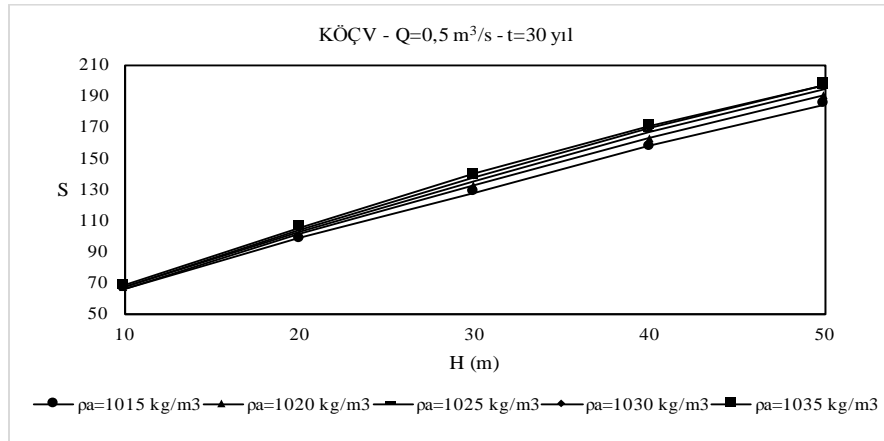
Delik Tipi:				KKB			ÖÇV				KÖÇV							
Yayıcı No	E_N (m)	H (m)	ρ_a (kg/m^3)	u (m/s)	N	S	u_j (m/s)	$N_{\text{Ö}}$	$N_{\text{ÖA}}$	S	u (m/s)	u_j (m/s)	N_{TA}	N_{D}	$N_{\text{Ö}}$	$N_{\text{ÖA}}$	S	T (%)
Y001	1,03	10	1015	3,15	10	57,72	6,20	10	7	68,92	3,28	6,16	8	2	8	6	65,99	20,00
Y002	1,16	20	1015	3,37	9	92,29	6,59	9	7	101,36	3,48	6,59	7	2	7	5	98,50	22,22
Y003	1,32	30	1015	3,59	8	125,02	6,99	8	7	130,72	3,71	7,01	7	2	6	5	128,23	25,00
Y004	1,46	40	1015	3,81	8	160,83	7,41	8	6	157,66	3,91	7,39	7	2	6	5	157,68	25,00
Y005	1,62	50	1015	4,01	8	191,76	7,79	8	6	182,61	4,11	7,77	6	2	6	4	184,84	25,00
Y006	1,08	10	1020	3,24	9	59,20	6,35	9	7	69,03	3,36	6,33	8	2	7	6	66,40	22,22
Y007	1,27	20	1020	3,53	9	95,43	6,89	9	7	103,38	3,64	6,87	7	2	7	5	100,74	22,22
Y008	1,47	30	1020	3,82	8	131,99	7,42	8	6	133,87	3,91	7,39	7	2	6	5	132,49	25,00
Y009	1,67	40	1020	4,07	7	167,45	7,89	7	6	161,29	4,17	7,91	6	2	5	4	162,67	28,57
Y010	1,85	50	1020	4,32	7	197,90	8,35	7	6	187,62	4,40	8,34	6	2	5	4	190,37	28,57
Y011	1,12	10	1025	3,31	9	60,46	6,48	9	7	69,31	3,43	6,46	8	2	7	6	67,03	22,22
Y012	1,37	20	1025	3,68	8	98,09	7,15	8	7	105,02	3,78	7,15	7	2	6	5	102,57	25,00
Y013	1,62	30	1025	4,02	8	137,46	7,81	8	6	136,06	4,12	7,79	6	2	6	4	135,62	25,00
Y014	1,86	40	1025	4,33	7	172,19	8,36	7	6	164,38	4,40	8,35	6	2	5	4	166,30	28,57
Y015	2,11	50	1025	4,62	7	202,02	8,92	7	5	190,81	4,70	8,91	6	2	5	4	194,06	28,57
Y016	1,18	10	1030	3,39	9	61,50	6,62	9	7	69,80	3,50	6,62	7	2	7	5	67,32	22,22
Y017	1,47	20	1030	3,83	8	100,27	7,44	8	6	106,19	3,92	7,41	7	2	6	5	104,09	25,00
Y018	1,78	30	1030	4,21	7	141,56	8,15	7	6	137,78	4,31	8,17	6	2	5	4	137,87	28,57
Y019	2,06	40	1030	4,56	7	174,67	8,82	7	5	166,19	4,64	8,81	6	2	5	4	168,62	28,57
Y020	2,36	50	1030	4,89	6	205,47	9,42	6	5	192,84	4,97	9,44	5	2	4	3	197,18	33,33
Y021	1,23	10	1035	3,48	9	62,50	6,78	9	7	70,19	3,59	6,76	7	2	7	5	67,83	22,22
Y022	1,58	20	1035	3,97	8	102,82	7,71	8	6	107,20	4,06	7,69	6	2	6	4	105,10	25,00
Y023	1,91	30	1035	4,40	7	143,71	8,49	7	6	139,01	4,47	8,49	6	2	5	4	140,19	28,57
Y024	2,27	40	1035	4,79	6	177,68	9,23	6	5	168,19	4,87	9,23	6	2	4	4	170,73	33,33
Y025	2,62	50	1035	5,16	6	208,33	9,93	6	5	194,44	5,24	9,92	5	1	5	4	196,98	16,67



a) Dairesel delik (KKB) durumu



b) Ördek gaga çek-valf (ÖÇV) durumu

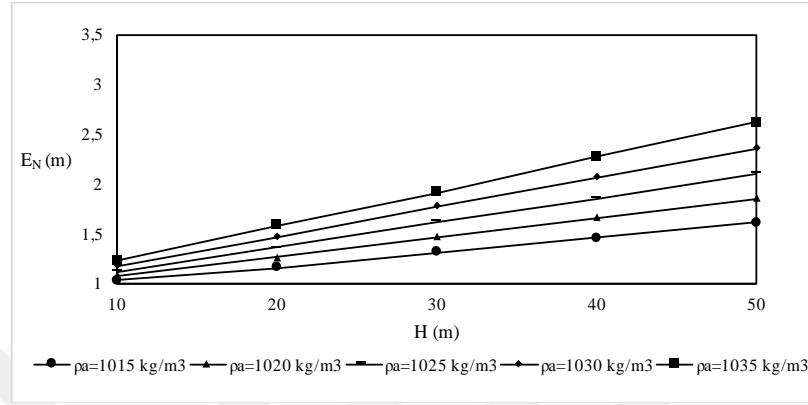


c) Kısmen ördek gaga çek-valf (KÖÇV) durumu

Şekil 4.1: $Q=0,5 \text{ m}^3/\text{s}$ için yoğunluk ve derinlik ile seyrelme değişimleri.

Dairesel delik (KKB), ÖÇV ve KÖÇV durumlarının alıcı ortam yoğunluğuna (ρ_a) ve deşarj derinliğine (H) bağlı seyrelme değişimleri $t=30$ yıl için ayrı grafikler halinde Şekil 4.1' de verilmiştir. Alıcı ortam yoğunluğu ve deşarj derinliğine bağlı olarak

yayıncının son deliğindeki enerji değişimleri (E_N) $t=30$ yıl için Şekil 4.2’ de verilmiştir. Alıcı ortam yoğunluğu ve deşarj derinliği arttıkça atıksuyun yayıcıdan çıkmak için ihtiyaç duyduğu enerji miktarının da arttığı belirlenmiştir.



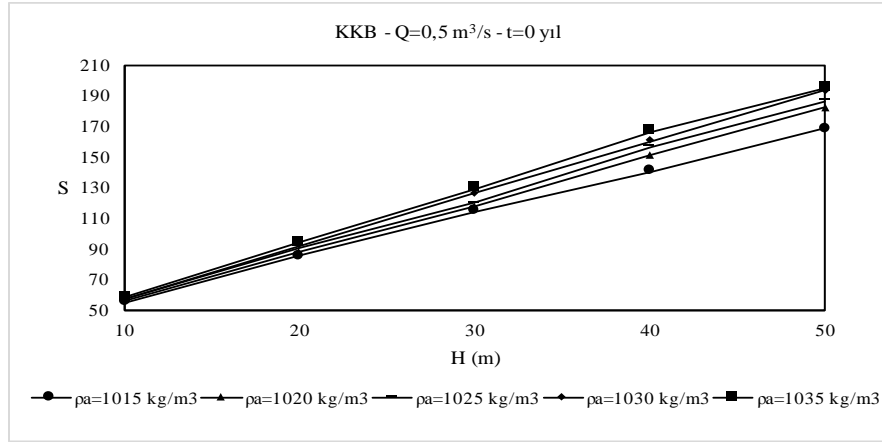
Şekil 4.2: $Q=0,5 \text{ m}^3/\text{s}$ için yoğunluk ve derinlik ile enerji değişimleri.

4.1.1.2. $t=0$ yıl

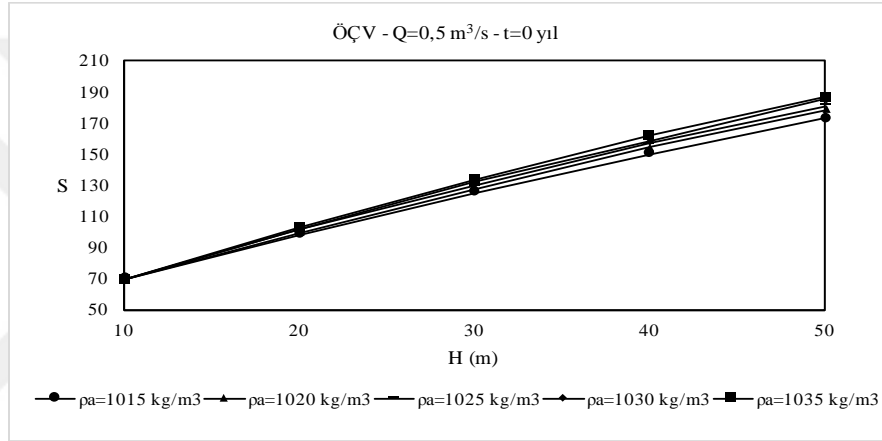
$t=30$ yıl için tasarlanan yayıcıların $t=0$ yıldaki davranışları Tablo 4.2’ de özetlenmiştir.

Tablo 4.2: $Q=0,5 \text{ m}^3/\text{s}$ debi kapasiteli KKB, ÖÇV ve KÖÇV’ li yayıcıların $t=0$ yıldaki parametrelerinin özeti.

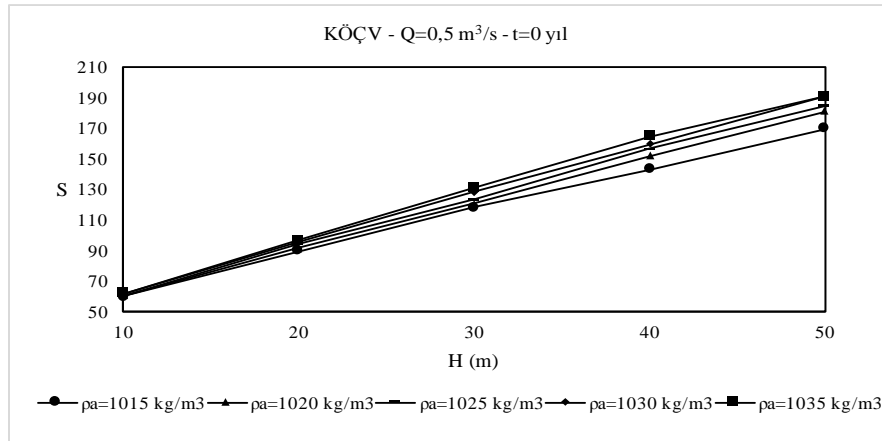
Delik Tipi:					KKB				ÖÇV				KÖÇV					
Yayıcı No	Q_0 (m ³ /s)	H (m)	ρ_a (kg/m ³)	E_N (m)	u (m/s)	N	N_A	S	u_j (m/s)	N_0	N_{0A}	S	u (m/s)	u_j (m/s)	N_K	N_D	N_{0A}	S
Y001	0,205	10	1015	1,69	4,20	10	3	55,16	8,03	10	3	69,91	4,21	8,03	10	2	1	60,02
Y002	0,205	20	1015	1,77	4,29	9	3	85,81	8,21	9	3	98,56	4,30	8,21	9	2	1	89,97
Y003	0,205	30	1015	1,85	4,39	8	3	114,53	8,39	8	3	125,76	4,40	8,39	8	2	1	118,36
Y004	0,205	40	1015	2,07	4,65	8	3	140,60	8,88	8	2	150,17	4,66	8,88	8	2	1	143,59
Y005	0,205	50	1015	2,31	4,90	8	3	168,97	9,36	8	2	172,94	4,91	9,36	8	2	1	170,22
Y006	0,205	10	1020	1,63	4,12	9	3	56,37	7,88	9	3	69,14	4,13	7,88	9	2	1	60,60
Y007	0,205	20	1020	1,95	4,50	9	3	88,02	8,61	9	3	99,49	4,51	8,61	9	2	1	91,80
Y008	0,205	30	1020	2,08	4,66	8	3	118,11	8,90	8	2	128,05	4,66	8,89	8	2	1	121,34
Y009	0,205	40	1020	2,19	4,77	7	3	151,13	9,12	7	2	154,69	4,78	9,12	7	2	1	152,25
Y010	0,205	50	1020	2,45	5,06	7	3	182,59	9,65	7	2	178,85	5,06	9,65	7	2	1	181,51
Y011	0,205	10	1025	1,71	4,22	9	3	57,16	8,06	9	3	68,98	4,22	8,06	9	2	1	61,12
Y012	0,205	20	1025	1,93	4,49	8	3	90,96	8,58	8	3	101,20	4,49	8,58	8	2	1	94,45
Y013	0,205	30	1025	2,32	4,92	8	3	120,52	9,39	8	2	129,48	4,92	9,38	8	2	1	123,63
Y014	0,205	40	1025	2,46	5,06	7	3	156,84	9,66	7	2	157,00	5,07	9,66	7	2	1	156,75
Y015	0,205	50	1025	2,81	5,41	7	3	186,38	10,33	7	2	180,94	5,42	10,33	7	2	1	184,73
Y016	0,205	10	1030	1,79	4,32	9	3	58,02	8,26	9	3	69,09	4,33	8,26	9	2	1	61,71
Y017	0,205	20	1030	2,09	4,67	8	3	92,66	8,92	8	2	102,22	4,68	8,92	8	2	1	95,92
Y018	0,205	30	1030	2,34	4,94	7	3	126,71	9,43	7	2	132,25	4,95	9,43	7	2	1	128,43
Y019	0,205	40	1030	2,75	5,35	7	3	160,61	10,21	7	2	158,43	5,36	10,21	7	2	1	159,88
Y020	0,205	50	1030	2,92	5,51	6	3	193,52	10,52	6	2	185,16	5,52	10,52	6	2	1	190,66
Y021	0,205	10	1035	1,88	4,43	9	3	58,63	8,46	9	3	69,03	4,44	8,46	9	2	1	62,13
Y022	0,205	20	1035	2,25	4,85	8	3	93,99	9,25	8	2	102,92	4,85	9,25	8	2	1	96,93
Y023	0,205	30	1035	2,54	5,15	7	3	129,64	9,82	7	2	133,58	5,15	9,82	7	2	1	130,96
Y024	0,205	40	1035	2,80	5,40	6	3	166,62	10,31	6	2	161,84	5,41	10,31	6	2	1	165,08
Y025	0,205	50	1035	3,25	5,83	6	2	195,04	11,10	6	2	186,87	5,85	11,10	6	1	1	190,83



a) KKB durumu



b) ÖÇV durumu

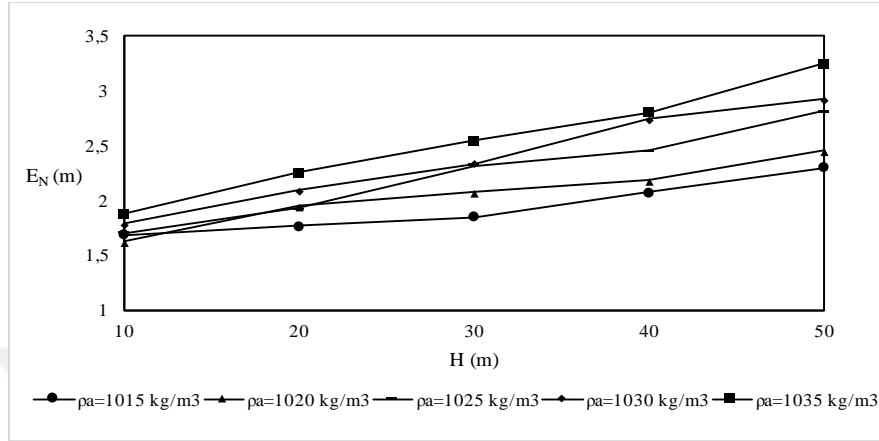


c) KÖÇV durumu

Şekil 4.3: $Q=0,5 \text{ m}^3/\text{s}$ için yoğunluk ve derinlik ile seyrelme değişimleri.

KKB, ÖÇV ve KÖÇV durumlarının alıcı ortam yoğunluğuna ve deşarj derinliğine bağlı seyrelme değişimleri $t=0$ yıl için ayrı grafikler halinde Şekil 4.3' de verilmiştir. Alıcı ortam yoğunluğu ve deşarj derinliğine bağlı olarak yayıcının son deliğindeki enerji

değişimleri (E_N) $t=0$ yıl için Şekil 4.4' de verilmiştir. Alıcı ortam yoğunluğu ve deşarj derinliği arttıkça atıksuyun yayıcıdan çıkmak için ihtiyaç duyduğu enerji miktarının da arttığı belirlenmiştir.



Şekil 4.4: $Q=0,5 \text{ m}^3/\text{s}$ için yoğunluk ve derinlik ile enerji değişimleri.

4.1.1.3. $t=30$ yıl ve $t=0$ yıl Seyrelme Farklarının Karşılaştırılması

Tablo 4.3: $Q=0,5 \text{ m}^3/\text{s}$ debi kapasiteli KKB, ÖÇV ve KÖÇV' li yayıcıların $t=30$ yıldaki seyrelme farkları

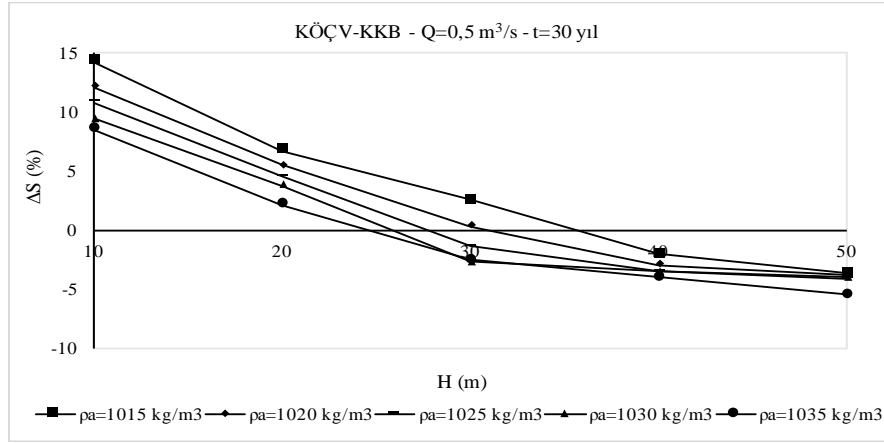
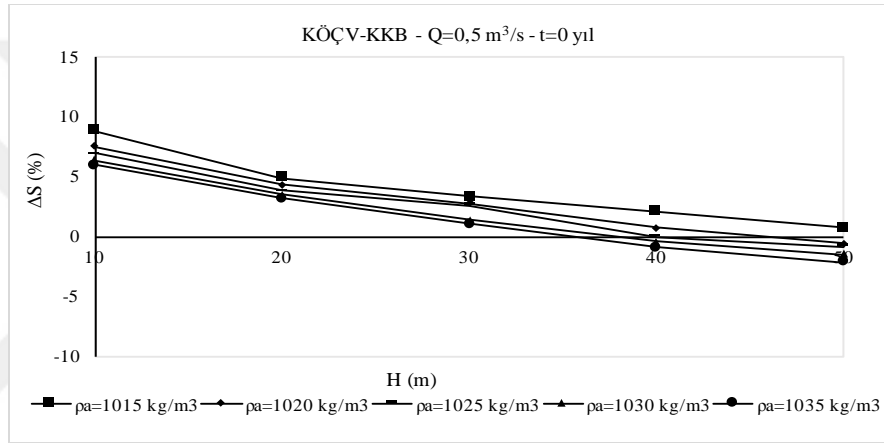
Delik Tipi:				KKB		ÖÇV		KÖÇV				KÖÇV-KKB		KÖÇV-ÖÇV	
Yayıcı No	Q (m³/s)	H (m)	ρ_a (kg/m³)	N	S	N _{ÖA}	S	N _{TA}	N _D	N _{ÖA}	S	ΔS	ΔS (%)	ΔS	ΔS (%)
Y001	0,5	10	1015	10	57,72	7	68,92	8	2	6	65,99	8,27	14,33	-2,93	-4,25
Y002	0,5	20	1015	9	92,29	7	101,36	7	2	5	98,50	6,21	6,73	-2,86	-2,82
Y003	0,5	30	1015	8	125,02	7	130,72	7	2	5	128,23	3,21	2,57	-2,49	-1,91
Y004	0,5	40	1015	8	160,83	6	157,66	7	2	5	157,68	-3,15	-1,96	0,03	0,02
Y005	0,5	50	1015	8	191,76	6	182,61	6	2	4	184,84	-6,91	-3,61	2,24	1,23
Y006	0,5	10	1020	9	59,20	7	69,03	8	2	6	66,40	7,20	12,17	-2,63	-3,81
Y007	0,5	20	1020	9	95,43	7	103,38	7	2	5	100,74	5,31	5,56	-2,65	-2,56
Y008	0,5	30	1020	8	131,99	6	133,87	7	2	5	132,49	0,50	0,38	-1,38	-1,03
Y009	0,5	40	1020	7	167,45	6	161,29	6	2	4	162,67	-4,78	-2,86	1,38	0,85
Y010	0,5	50	1020	7	197,90	6	187,62	6	2	4	190,37	-7,53	-3,80	2,75	1,47
Y011	0,5	10	1025	9	60,46	7	69,31	8	2	6	67,03	6,58	10,88	-2,27	-3,28
Y012	0,5	20	1025	8	98,09	7	105,02	7	2	5	102,57	4,48	4,57	-2,45	-2,33
Y013	0,5	30	1025	8	137,46	6	136,06	6	2	4	135,62	-1,84	-1,34	-0,44	-0,33
Y014	0,5	40	1025	7	172,19	6	164,38	6	2	4	166,30	-5,89	-3,42	1,93	1,17
Y015	0,5	50	1025	7	202,02	5	190,81	6	2	4	194,06	-7,96	-3,94	3,24	1,70
Y016	0,5	10	1030	9	61,50	7	69,80	7	2	5	67,32	5,82	9,46	-2,48	-3,56
Y017	0,5	20	1030	8	100,27	6	106,19	7	2	5	104,09	3,82	3,81	-2,10	-1,98
Y018	0,5	30	1030	7	141,56	6	137,78	6	2	4	137,87	-3,69	-2,61	0,10	0,07
Y019	0,5	40	1030	7	174,67	5	166,19	6	2	4	168,62	-6,06	-3,47	2,43	1,46
Y020	0,5	50	1030	6	205,47	5	192,84	5	2	3	197,18	-8,28	-4,03	4,34	2,25
Y021	0,5	10	1035	9	62,50	7	70,19	7	2	5	67,83	5,33	8,53	-2,36	-3,36
Y022	0,5	20	1035	8	102,82	6	107,20	6	2	4	105,10	2,28	2,22	-2,10	-1,95
Y023	0,5	30	1035	7	143,71	6	139,01	6	2	4	140,19	-3,52	-2,45	1,18	0,85
Y024	0,5	40	1035	6	177,68	5	168,19	6	2	4	170,73	-6,95	-3,91	2,54	1,51
Y025	0,5	50	1035	6	208,33	5	194,44	5	1	4	196,98	-11,34	-5,45	2,54	1,31

KÖÇV-KKB ve KÖÇV-ÖÇV seyrelme farkları, seyrelme farklarının yüzdesel değerleri ve diğer parametreler t=30 yıl için Tablo 4.3' de ve t=0 yıl için Tablo 4.4' de özetlenmiştir.

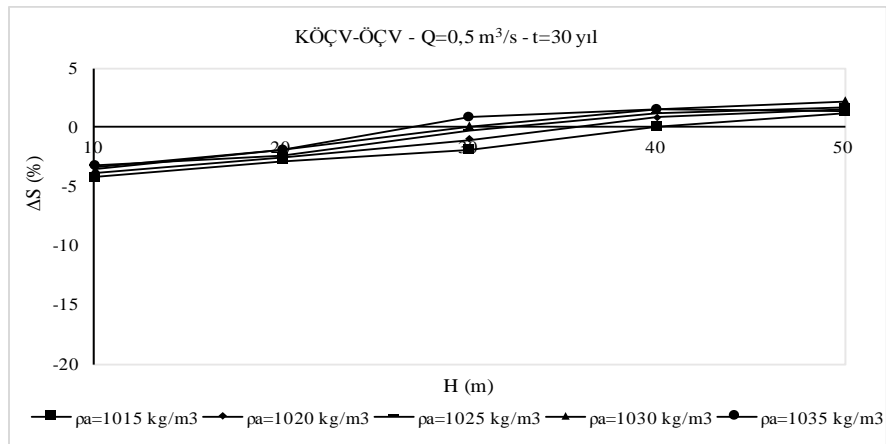
Tablo 4.4: Q=0,5 m³/s debi kapasiteli KKB, ÖÇV ve KÖÇV' li yayıcıların t=0 yıldıki seyrelme farkları.

Delik Tipi:				KKB		ÖÇV		KÖÇV				KÖÇV-KKB		KÖÇV-ÖÇV	
Yayıcı No	Q ₀ (m ³ /s)	H (m)	ρ _a (kg/m ³)	N _A	S	N _{0A}	S	N _{TA}	N _D	N _{0A}	S	ΔS (%)	ΔS (%)	ΔS (%)	ΔS (%)
Y001	0,205	10	1015	3	55,16	3	69,91	3	2	1	60,02	4,86	8,81	-9,89	-14,15
Y002	0,205	20	1015	3	85,81	3	98,56	3	2	1	89,97	4,17	4,86	-8,58	-8,71
Y003	0,205	30	1015	3	114,53	3	125,76	3	2	1	118,36	3,83	3,35	-7,40	-5,89
Y004	0,205	40	1015	3	140,60	2	150,17	3	2	1	143,59	2,99	2,13	-6,58	-4,38
Y005	0,205	50	1015	3	168,97	2	172,94	3	2	1	170,22	1,25	0,74	-2,72	-1,57
Y006	0,205	10	1020	3	56,37	3	69,14	3	2	1	60,60	4,23	7,50	-8,54	-12,35
Y007	0,205	20	1020	3	88,02	3	99,49	3	2	1	91,80	3,78	4,30	-7,69	-7,73
Y008	0,205	30	1020	3	118,11	2	128,05	3	2	1	121,34	3,23	2,73	-6,71	-5,24
Y009	0,205	40	1020	3	151,13	2	154,69	3	2	1	152,25	1,12	0,74	-2,44	-1,57
Y010	0,205	50	1020	3	182,59	2	178,85	3	2	1	181,51	-1,08	-0,59	2,66	1,49
Y011	0,205	10	1025	3	57,16	3	68,98	3	2	1	61,12	3,97	6,94	-7,85	-11,38
Y012	0,205	20	1025	3	90,96	3	101,20	3	2	1	94,45	3,49	3,83	-6,76	-6,68
Y013	0,205	30	1025	3	120,52	2	129,48	3	2	1	123,63	3,10	2,58	-5,85	-4,52
Y014	0,205	40	1025	3	156,84	2	157,00	3	2	1	156,75	-0,10	-0,06	-0,25	-0,16
Y015	0,205	50	1025	3	186,38	2	180,94	3	2	1	184,73	-1,64	-0,88	3,79	2,09
Y016	0,205	10	1030	3	58,02	3	69,09	3	2	1	61,71	3,69	6,35	-7,37	-10,67
Y017	0,205	20	1030	3	92,66	2	102,22	3	2	1	95,92	3,26	3,51	-6,30	-6,16
Y018	0,205	30	1030	3	126,71	2	132,25	3	2	1	128,43	1,71	1,35	-3,82	-2,89
Y019	0,205	40	1030	3	160,61	2	158,43	3	2	1	159,88	-0,73	-0,45	1,45	0,92
Y020	0,205	50	1030	3	193,52	2	185,16	3	2	1	190,66	-2,86	-1,48	5,50	2,97
Y021	0,205	10	1035	3	58,63	3	69,03	3	2	1	62,13	3,49	5,96	-6,90	-10,00
Y022	0,205	20	1035	3	93,99	2	102,92	3	2	1	96,93	2,94	3,13	-5,99	-5,82
Y023	0,205	30	1035	3	129,64	2	133,58	3	2	1	130,96	1,31	1,01	-2,63	-1,97
Y024	0,205	40	1035	3	166,62	2	161,84	3	2	1	165,08	-1,54	-0,93	3,24	2,00
Y025	0,205	50	1035	2	195,04	2	186,87	2	1	1	190,83	-4,21	-2,16	3,96	2,12

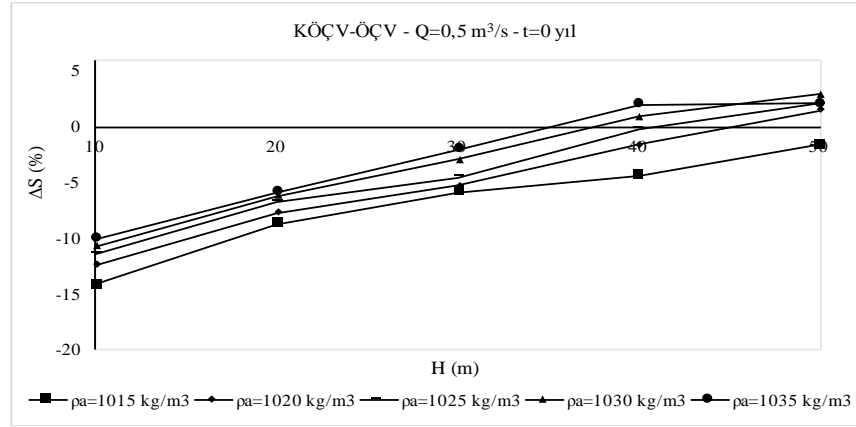
Tablo 4.3 ve Tablo 4.4' den yararlanılarak, KÖÇV-KKB seyrelmelerindeki yüzdesel değişimler alıcı ortam yoğunluğuna ve deşarj derinliğine bağlı olarak t=30 yıl için ve t=0 yıl için Şekil 4.5' de verilmiştir. Yine aynı şekilde Tablo 4.3 ve Tablo 4.4' den yararlanılarak, KÖÇV-ÖÇV seyrelmelerindeki yüzdesel değişimler alıcı ortam yoğunluğuna ve deşarj derinliğine bağlı olarak t=30 yıl için ve t=0 yıl için Şekil 4.6' da verilmiştir.

a) $t=30 \text{ yıl}$ durumub) $t=0 \text{ yıl}$ durumu

Şekil 4.5: $Q=0,5 \text{ m}^3/\text{s}$ için KÖÇV ve KKB durumlarının derinlik ve yoğunluğa bağlı seyrelme farklarının yüzdesel değişimleri.

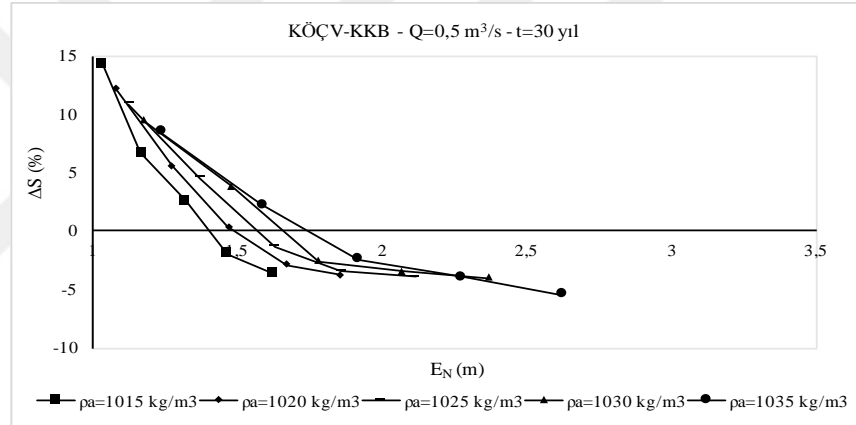
a) $t=30 \text{ yıl}$ durumu

Şekil 4.6: $Q=0,5 \text{ m}^3/\text{s}$ için KÖÇV ve ÖÇV durumlarının derinlik ve yoğunluğa bağlı seyrelme farklarının yüzdesel değişimleri.

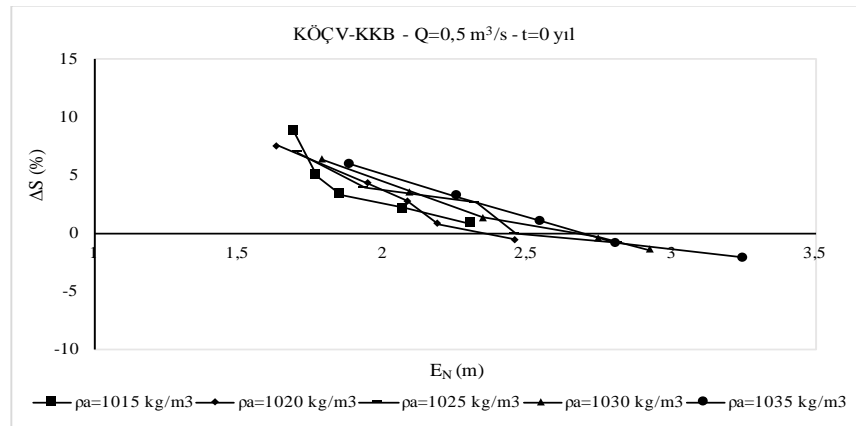


b) $t=0$ yıl durumu

Şekil 4.6 (devam): $Q=0,5 \text{ m}^3/\text{s}$ için KÖÇV ve ÖÇV durumlarının derinlik ve yoğunluğa bağlı seyrelme farklarının yüzdesel değişimleri.

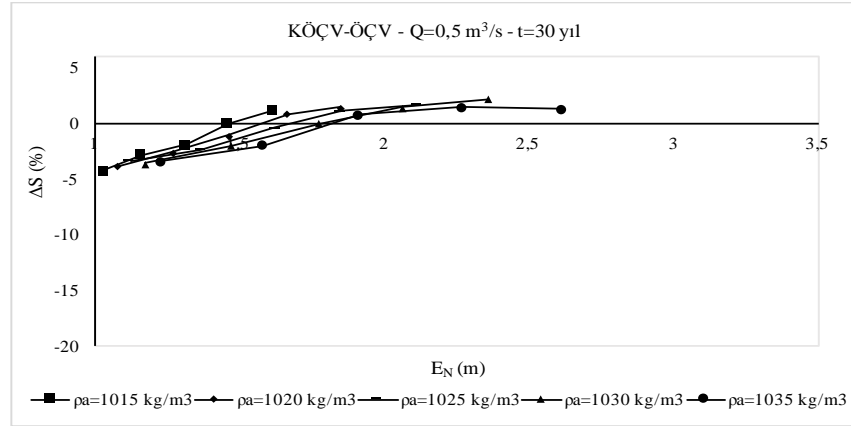
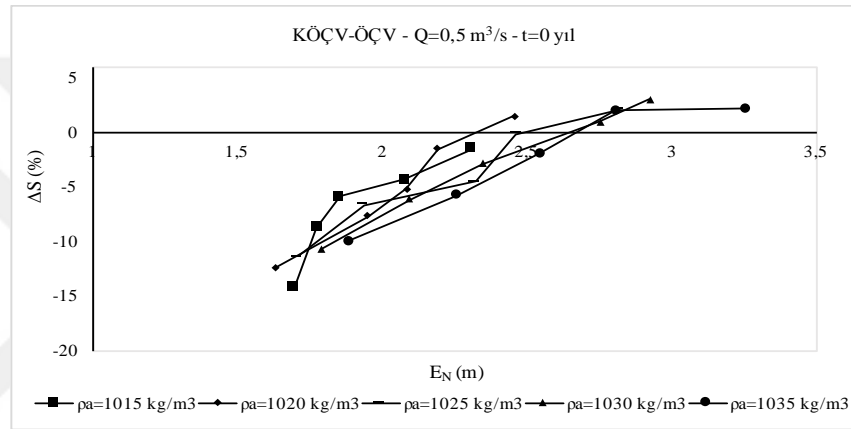


a) $t=30$ yıl durumu



b) $t=0$ yıl durumu

Şekil 4.7: $Q=0,5 \text{ m}^3/\text{s}$ için KÖÇV ve KKB durumlarının yoğunluk ve enerjiye bağlı seyrelme farklarının yüzdesel değişimleri.

a) $t=30$ yıl durumub) $t=0$ yıl durumu

Şekil 4.8: $Q=0,5 \text{ m}^3/\text{s}$ için KÖÇV ve ÖÇV durumlarının derinlik ve yoğunluğa bağlı seyrelme farklarının yüzdesel değişimleri.

Tablo 4.3 ve Tablo 4.4' den yararlanılarak, KÖÇV-KKB seyrelmelerindeki yüzdesel değişimler alıcı ortam yoğunluğuna ve enerjiye bağlı olarak $t=30$ yıl için ve $t=0$ yıl için Şekil 4.7' de verilmiştir. Yine Tablo 4.3 ve Tablo 4.4' den yararlanılarak, KÖÇV-ÖÇV seyrelmelerindeki yüzdesel değişimler alıcı ortam yoğunluğuna ve enerjiye bağlı olarak $t=30$ yıl için ve $t=0$ yıl için Şekil 4.8' de verilmiştir.

4.1.2. $Q_{30}= 1,0 \text{ m}^3/\text{s}$ Kapasiteli DÇY' de KÖÇV Kullanımının Birinci Seyrelme Üzerindeki Etkileri

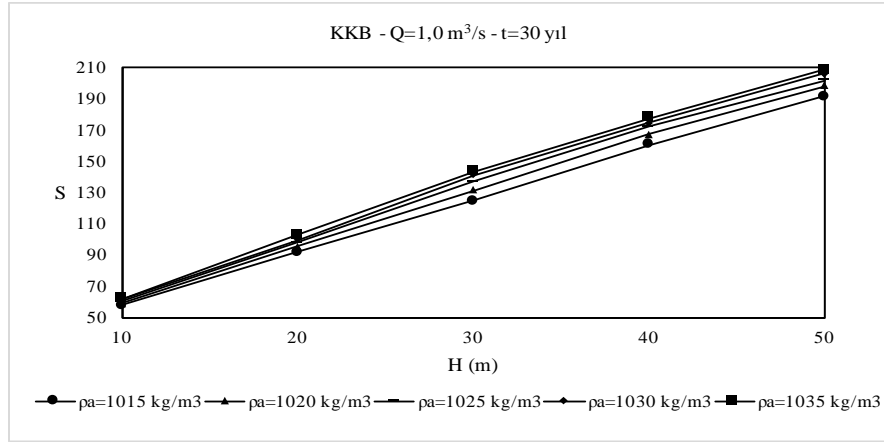
4.1.2.1. $t=30 \text{ yıl}$

$t=30$ yıl için, $Q=1,0 \text{ m}^3/\text{s}$ debi kapasiteli, $\rho_a=1015-1035 \text{ kg/m}^3$ aralığında alıcı ortam yoğunluklarında, $H=10-50 \text{ m}$ aralığında deşarj derinliklerinde 25 adet KKB' li, 25 adet ÖÇV' li, 25 adet KÖÇV' li yayıcı tasarımı yapılmış ve parametre değerleri Tablo 4.5' de özetlenmiştir.

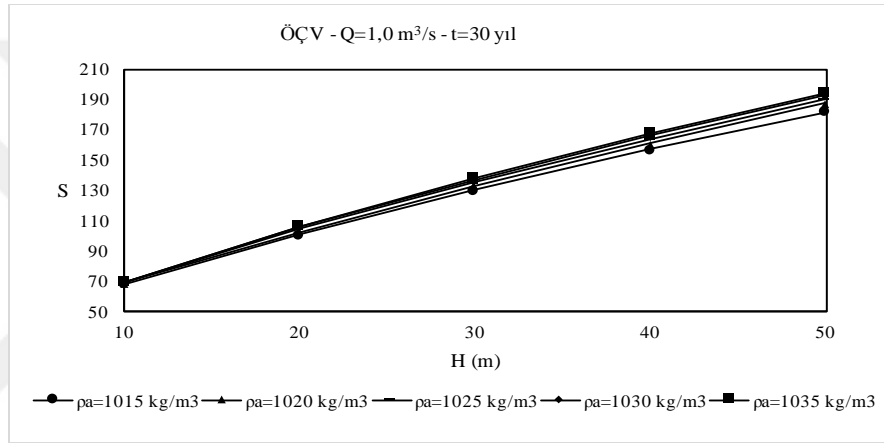
Tablo 4.5: $Q=1,0 \text{ m}^3/\text{s}$ debi kapasiteli KKB, ÖÇV ve KÖÇV' li yayıcıların $t=30$ yıldaki parametrelerinin özeti.

Delik Tipi:				KKB			ÖÇV				KÖÇV							
Yayıcı No	E_N (m)	H (m)	ρ_a (kg/m^3)	u (m/s)	N	S	u_j (m/s)	$N_{\bar{O}}$	$N_{\bar{O}A}$	S	u (m/s)	u_j (m/s)	N_{TA}	N_D	$N_{\bar{O}}$	$N_{\bar{O}A}$	S	T (%)
Y026	1,06	10	1015	3,17	18	57,63	6,24	18	14	68,92	3,32	6,24	15	5	13	10	65,01	27,78
Y027	1,19	20	1015	3,39	17	92,18	6,63	17	14	101,28	3,52	6,66	14	5	12	9	97,26	29,41
Y028	1,35	30	1015	3,61	16	124,69	7,05	16	13	130,43	3,74	7,05	14	5	11	9	127,27	31,25
Y029	1,49	40	1015	3,82	15	160,53	7,44	15	12	157,44	3,93	7,45	13	5	10	8	157,37	33,33
Y030	1,64	50	1015	4,02	15	191,76	7,83	15	11	182,29	4,13	7,84	12	5	10	7	184,74	33,33
Y031	1,12	10	1020	3,26	18	59,02	6,40	18	14	69,03	3,40	6,42	15	5	13	10	65,52	27,78
Y032	1,30	20	1020	3,55	16	95,27	6,93	16	13	103,23	3,67	6,92	14	5	11	9	99,96	31,25
Y033	1,49	30	1020	3,83	15	131,66	7,45	15	12	133,58	3,94	7,45	13	5	10	8	131,77	33,33
Y034	1,69	40	1020	4,09	14	167,15	7,94	14	11	161,18	4,19	7,94	12	5	9	7	162,82	35,71
Y035	1,88	50	1020	4,32	14	198,57	8,38	14	11	187,40	4,42	8,40	11	4	10	7	190,06	28,57
Y036	1,16	10	1025	3,33	18	60,37	6,53	18	14	69,25	3,47	6,55	15	5	13	10	66,10	27,78
Y037	1,40	20	1025	3,69	16	97,98	7,21	16	12	104,79	3,81	7,23	13	5	11	8	101,66	31,25
Y038	1,65	30	1025	4,03	15	137,07	7,85	15	11	135,68	4,15	7,86	12	4	11	8	135,06	26,67
Y039	1,89	40	1025	4,33	14	172,19	8,36	14	11	164,19	4,43	8,41	11	4	10	7	165,97	28,57
Y040	2,14	50	1025	4,62	13	202,19	8,94	13	10	190,39	4,72	8,95	11	4	9	7	193,97	30,77
Y041	1,21	10	1030	3,41	17	61,46	6,67	17	13	69,75	3,54	6,69	14	5	12	9	66,57	29,41
Y042	1,50	20	1030	3,84	15	99,84	7,47	15	12	105,95	3,95	7,47	13	5	10	8	103,20	33,33
Y043	1,81	30	1030	4,22	14	141,24	8,20	14	11	137,30	4,33	8,20	12	4	10	8	137,74	28,57
Y044	2,09	40	1030	4,57	13	174,45	8,84	13	10	166,19	4,67	8,85	11	4	9	7	168,64	30,77
Y045	2,39	50	1030	4,90	12	206,22	9,46	12	9	192,73	4,98	9,45	10	4	8	6	197,08	33,33
Y046	1,26	10	1035	3,49	17	62,24	6,83	17	13	70,19	3,62	6,84	14	5	12	9	67,14	29,41
Y047	1,61	20	1035	3,98	15	102,77	7,74	15	12	106,89	4,09	7,73	13	5	10	8	104,59	33,33
Y048	1,94	30	1035	4,40	13	143,71	8,51	13	11	139,01	4,50	8,53	11	4	9	7	139,80	30,77
Y049	2,30	40	1035	4,80	12	177,46	9,27	12	10	167,81	4,89	9,26	11	4	8	7	170,52	33,33
Y050	2,64	50	1035	5,16	11	208,83	9,94	11	9	194,65	5,24	9,95	10	4	7	6	199,23	36,36

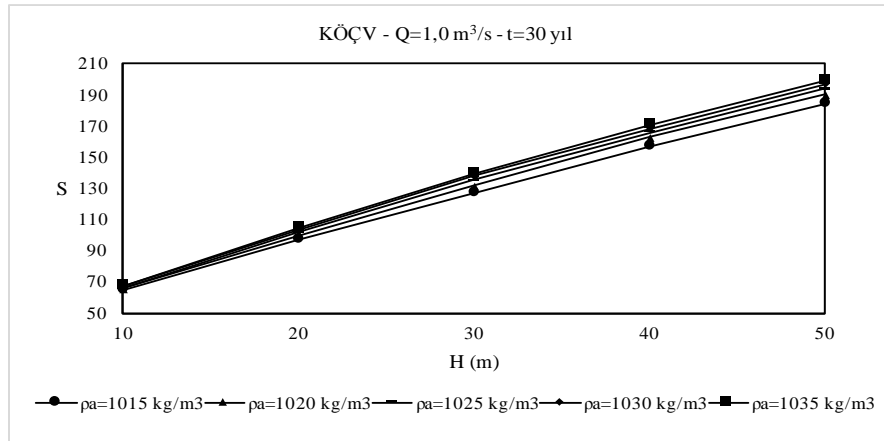
KKB, ÖÇV ve KÖÇV durumlarının alıcı ortam yoğunluğuna (ρ_a) ve deşarj derinliğine (H) bağlı seyrelme değişimleri $t=30$ yıl için ayrı grafikler halinde Şekil 4.9' da verilmiştir.



a) Dairesel delik (KKB) durumu



b) Ördek gaga çek-valf (ÖÇV) durumu

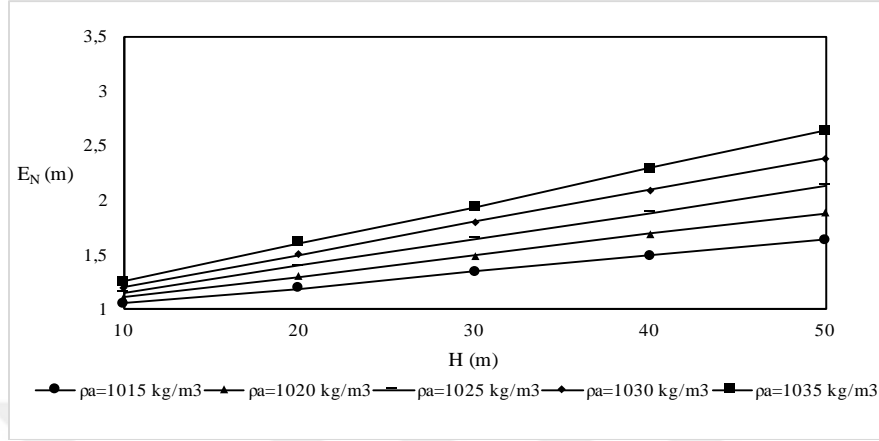


c) Kısmen ördek gaga çek-valf (KÖÇV) durumu

Şekil 4.9: $Q=1,0 \text{ m}^3/\text{s}$ için yoğunluk ve derinlik ile seyrelme değişimleri.

Alıcı ortam yoğunluğu ve deşarj derinliğine bağlı olarak yayıcının son deliğindeki enerji değişimleri (E_N) $t=30$ yıl için Şekil 4.10' da verilmiştir. Alıcı ortam yoğunluğu ve deşarj

derinliği arttıkça atıksuyun yayıcıdan çıkmak için ihtiyaç duyduğu enerji miktarının da arttığı belirlenmiştir



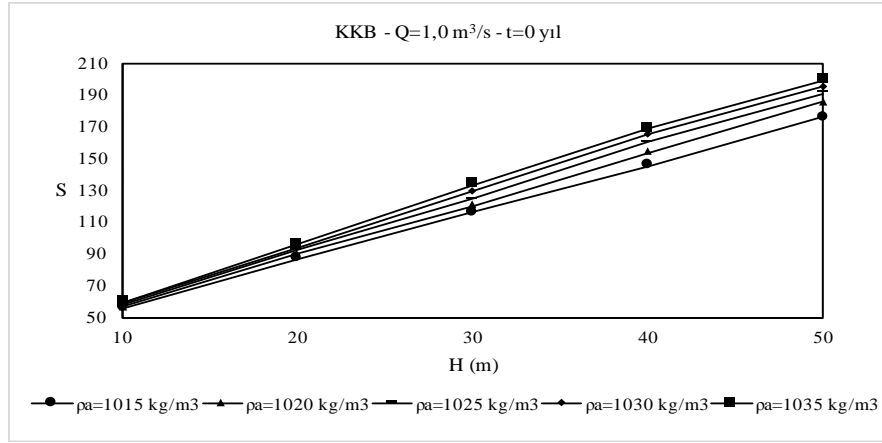
Şekil 4.10: Q=1,0 m³/s için yoğunluk ve derinlik ile enerji değişimleri.

4.1.2.2. t=0 yıl

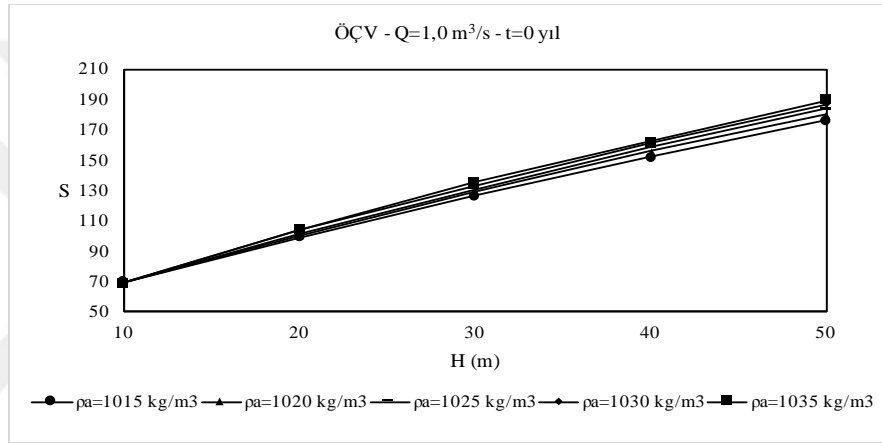
t=30 yıl için tasarlanan yayıcıların t=0 yıldaki davranışları Tablo 4.6' da özetlenmiştir.

Tablo 4.6: Q=1,0 m³/s debi kapasiteli KKB, ÖÇV ve KÖÇV' li yayıcıların t=0 yıldaki parametrelerinin özeti.

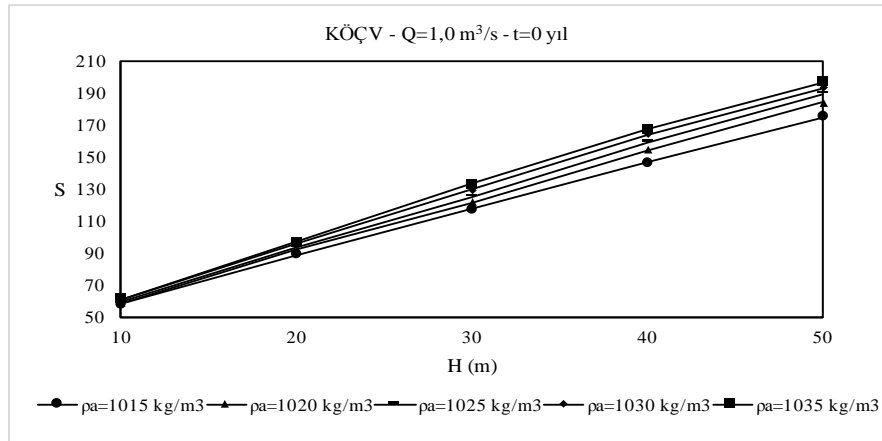
Delik Tipi:					KKB				ÖÇV				KÖÇV					
Yayıcı No	Q ₀ (m ³ /s)	H (m)	ρ _a (kg/m ³)	E _N (m)	u (m/s)	N	N _A	S	u _j (m/s)	N ₀	N _{0A}	S	u (m/s)	u _j (m/s)	N _K	N _D	N _{0A}	S
Y026	0,411	10	1015	1,45	3,89	18	6	55,59	7,43	18	5	69,53	3,88	7,44	18	5	1	57,95
Y027	0,411	20	1015	1,59	4,07	17	6	86,91	7,79	17	5	98,87	4,07	7,79	17	5	1	89,06
Y028	0,411	30	1015	1,75	4,26	16	6	115,90	8,16	16	5	126,52	4,27	8,16	16	5	1	117,61
Y029	0,411	40	1015	1,88	4,42	15	6	145,49	8,46	15	5	152,04	4,43	8,46	15	5	1	146,52
Y030	0,411	50	1015	2,09	4,66	15	6	175,78	8,91	15	4	175,77	4,66	8,91	15	5	1	175,36
Y031	0,411	10	1020	1,53	3,99	18	6	56,63	7,64	18	5	69,09	3,99	7,64	18	5	1	58,75
Y032	0,411	20	1020	1,68	4,18	16	6	89,98	8,00	16	5	100,50	4,18	8,00	16	5	1	91,74
Y033	0,411	30	1020	1,89	4,43	15	6	120,46	8,47	15	5	129,38	4,43	8,47	15	5	1	122,00
Y034	0,411	40	1020	2,09	4,65	14	6	153,99	8,90	14	4	156,01	4,66	8,90	14	5	1	154,51
Y035	0,411	50	1020	2,33	4,92	14	5	185,37	9,40	14	4	179,96	4,92	9,41	14	4	1	184,49
Y036	0,411	10	1025	1,60	4,07	18	6	57,63	7,79	18	5	69,03	4,07	7,79	18	5	1	59,53
Y037	0,411	20	1025	1,82	4,35	16	6	92,13	8,33	16	5	101,75	4,35	8,33	16	5	1	93,73
Y038	0,411	30	1025	2,10	4,67	15	5	124,43	8,93	15	4	131,10	4,67	8,93	15	4	1	125,56
Y039	0,411	40	1025	2,34	4,93	14	5	160,15	9,42	14	4	158,10	4,93	9,42	14	4	1	159,80
Y040	0,411	50	1025	2,58	5,18	13	5	191,17	9,89	13	4	183,78	5,18	9,89	13	4	1	189,96
Y041	0,411	10	1030	1,61	4,09	17	6	58,72	7,83	17	5	68,98	4,09	7,83	17	5	1	60,50
Y042	0,411	20	1030	1,90	4,44	15	6	94,31	8,50	15	5	103,23	4,44	8,50	15	5	1	95,84
Y043	0,411	30	1030	2,23	4,81	14	5	129,32	9,20	14	4	133,29	4,82	9,20	14	4	1	129,80
Y044	0,411	40	1030	2,52	5,12	13	5	164,97	9,78	13	4	160,63	5,12	9,78	13	4	1	164,28
Y045	0,411	50	1030	2,80	5,40	12	5	195,21	10,31	12	4	186,66	5,40	10,31	12	4	1	193,70
Y046	0,411	10	1035	1,69	4,19	17	6	59,33	8,02	17	5	69,25	4,19	8,02	17	5	1	60,98
Y047	0,411	20	1035	2,04	4,61	15	6	95,80	8,81	15	4	104,01	4,61	8,81	15	5	1	97,14
Y048	0,411	30	1035	2,34	4,93	13	5	133,36	9,41	13	4	135,11	4,93	9,42	13	4	1	133,60
Y049	0,411	40	1035	2,69	5,29	12	5	168,50	10,11	12	4	162,28	5,30	10,11	12	4	1	167,32
Y050	0,411	50	1035	3,02	5,61	11	5	199,24	10,70	11	4	189,43	5,61	10,70	11	4	1	197,21



a) KKB durumu



b) ÖÇV durumu

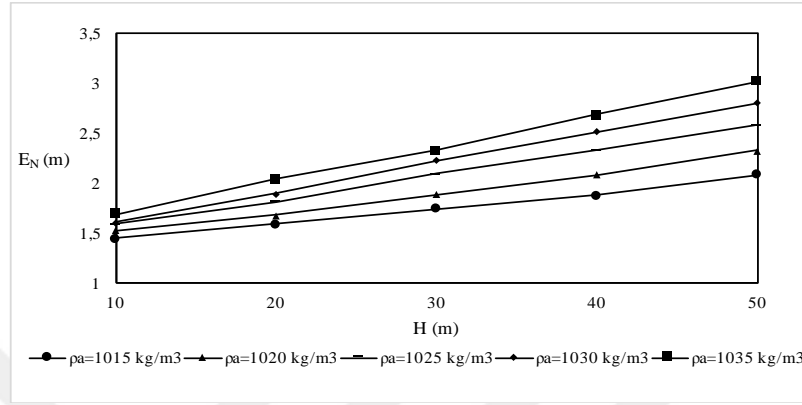


c) KÖÇV durumu

Şekil 4.11: $Q=1,0 \text{ m}^3/\text{s}$ için yoğunluk ve derinlik ile seyrelme değişimleri.

KKB, ÖÇV ve KÖÇV durumlarının alıcı ortam yoğunluğuna ve deşarj derinliğine bağlı seyrelme değişimleri $t=0$ yıl için ayrı grafikler halinde Şekil 4.11' de verilmiştir. Alıcı ortam yoğunluğu ve deşarj derinliğine bağlı olarak yayıcının son deliğindeki enerji

değişimleri (E_N) $t=0$ yıl için Şekil 4.12’ de verilmiştir. Alıcı ortam yoğunluğu ve deşarj derinliği arttıkça atıksuyun yayıcıdan çıkmak için ihtiyaç duyduğu enerji miktarının da arttığı belirlenmiştir



Şekil 4.12: $Q=1,0 \text{ m}^3/\text{s}$ için yoğunluk ve derinlik ile enerji değişimleri.

4.1.2.3. $t=30$ yıl ve $t=0$ yıl Seyrelme Farklarının Karşılaştırılması

Tablo 4.7: $Q=1,0 \text{ m}^3/\text{s}$ debi kapasiteli KKB, ÖÇV ve KÖÇV’ li yayıcıların $t=30$ yıldaki seyrelme farkları.

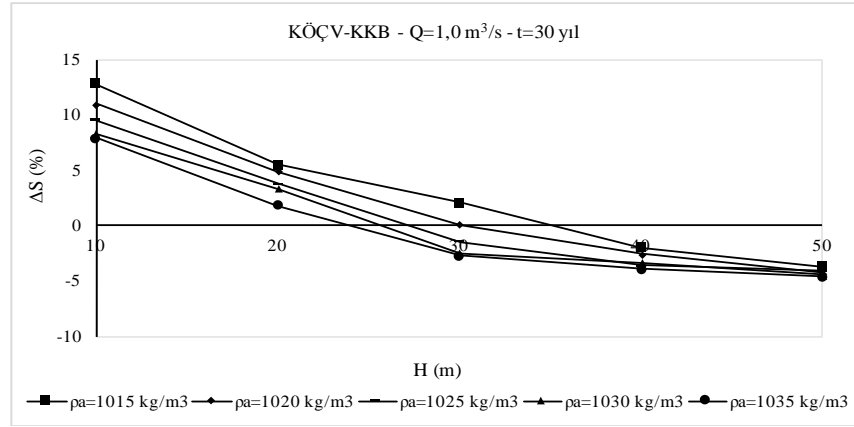
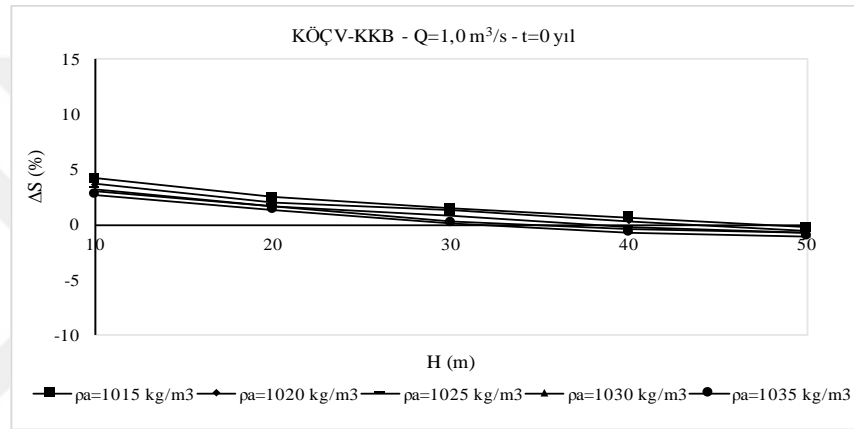
Delik Tipi:				KKB		ÖÇV		KÖÇV				KÖÇV-KKB		KÖÇV-ÖÇV	
Yayıcı No	Q (m^3/s)	H (m)	ρ_a (kg/m^3)	N	S	$N_{\text{ÖA}}$	S	N_{TA}	N_{D}	$N_{\text{ÖA}}$	S	ΔS (%)	ΔS (%)	ΔS (%)	ΔS (%)
Y026	1,0	10	1015	18	57,63	14	68,92	15	5	10	65,01	7,37	12,79	-3,91	-5,68
Y027	1,0	20	1015	17	92,18	14	101,28	14	5	9	97,26	5,07	5,50	-4,03	-3,98
Y028	1,0	30	1015	16	124,69	13	130,43	14	5	9	127,27	2,58	2,07	-3,16	-2,42
Y029	1,0	40	1015	15	160,53	12	157,44	13	5	8	157,37	-3,16	-1,97	-0,06	-0,04
Y030	1,0	50	1015	15	191,76	11	182,29	12	5	7	184,74	-7,02	-3,66	2,46	1,35
Y031	1,0	10	1020	18	59,02	14	69,03	15	5	10	65,52	6,50	11,01	-3,51	-5,08
Y032	1,0	20	1020	16	95,27	13	103,23	14	5	9	99,96	4,69	4,93	-3,27	-3,17
Y033	1,0	30	1020	15	131,66	12	133,58	13	5	8	131,77	0,11	0,08	-1,81	-1,35
Y034	1,0	40	1020	14	167,15	11	161,18	12	5	7	162,82	-4,33	-2,59	1,64	1,02
Y035	1,0	50	1020	14	198,57	11	187,40	11	4	7	190,06	-8,51	-4,29	2,66	1,42
Y036	1,0	10	1025	18	60,37	14	69,25	15	5	10	66,10	5,73	9,48	-3,16	-4,56
Y037	1,0	20	1025	16	97,98	12	104,79	13	5	8	101,66	3,68	3,75	-3,13	-2,99
Y038	1,0	30	1025	15	137,07	11	135,68	12	4	8	135,06	-2,01	-1,47	-0,62	-0,45
Y039	1,0	40	1025	14	172,19	11	164,19	11	4	7	165,97	-6,22	-3,61	1,78	1,08
Y040	1,0	50	1025	13	202,19	10	190,39	11	4	7	193,97	-8,22	-4,06	3,58	1,88
Y041	1,0	10	1030	17	61,46	13	69,75	14	5	9	66,57	5,11	8,32	-3,18	-4,56
Y042	1,0	20	1030	15	99,84	12	105,95	13	5	8	103,20	3,36	3,36	-2,75	-2,60
Y043	1,0	30	1030	14	141,24	11	137,30	12	4	8	137,74	-3,49	-2,47	0,45	0,33
Y044	1,0	40	1030	13	174,45	10	166,19	11	4	7	168,64	-5,81	-3,33	2,45	1,47
Y045	1,0	50	1030	12	206,22	9	192,73	10	4	6	197,08	-9,14	-4,43	4,35	2,26
Y046	1,0	10	1035	17	62,24	13	70,19	14	5	9	67,14	4,90	7,88	-3,05	-4,34
Y047	1,0	20	1035	15	102,77	12	106,89	13	5	8	104,59	1,83	1,78	-2,29	-2,15
Y048	1,0	30	1035	13	143,71	11	139,01	11	4	7	139,80	-3,91	-2,72	0,79	0,57
Y049	1,0	40	1035	12	177,46	10	167,81	11	4	7	170,52	-6,93	-3,91	2,71	1,62
Y050	1,0	50	1035	11	208,83	9	194,65	10	4	6	199,23	-9,60	-4,60	4,57	2,35

KÖÇV-KKB ve KÖÇV-ÖÇV seyrelme farkları, seyrelme farklarının yüzdesel değerleri ve diğer parametreler t=30 yıl için Tablo 4.7' de ve t=0 yıl için Tablo 4.8' de özetlenmiştir.

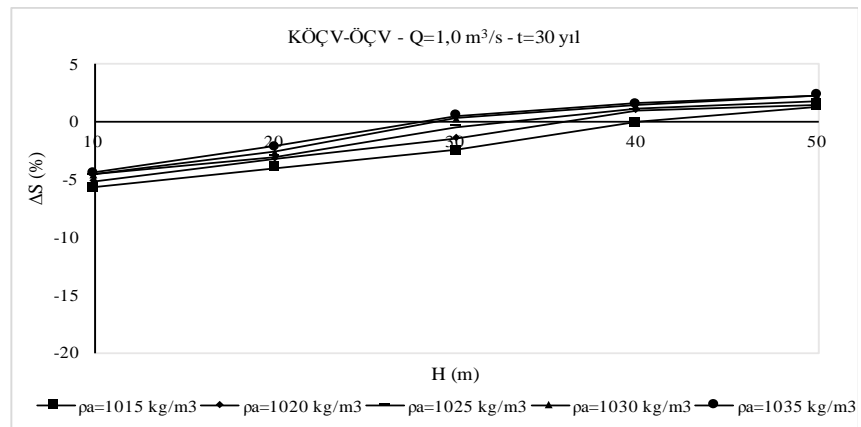
Tablo 4.8: Q=1,0 m³/s debi kapasiteli KKB, ÖÇV ve KÖÇV' li yayıcıların t=0 yıldaki seyrelme farkları.

Delik Tipi:				KKB		ÖÇV		KÖÇV				KÖÇV-KKB		KÖÇV-ÖÇV	
Yayıcı No	Q ₀ (m ³ /s)	H (m)	ρ _a (kg/m ³)	N _A	S	N _{ÖA}	S	N _{TA}	N _D	N _{ÖA}	S	ΔS	ΔS (%)	ΔS	ΔS (%)
Y026	0,411	10	1015	6	55,59	5	69,53	6	5	1	57,95	2,36	4,24	-11,58	-16,65
Y027	0,411	20	1015	6	86,91	5	98,87	6	5	1	89,06	2,15	2,47	-9,81	-9,92
Y028	0,411	30	1015	6	115,90	5	126,52	6	5	1	117,61	1,72	1,48	-8,91	-7,04
Y029	0,411	40	1015	6	145,49	5	152,04	6	5	1	146,52	1,03	0,71	-5,53	-3,64
Y030	0,411	50	1015	6	175,78	4	175,77	6	5	1	175,36	-0,42	-0,24	-0,42	-0,24
Y031	0,411	10	1020	6	56,63	5	69,09	6	5	1	58,75	2,11	3,73	-10,34	-14,97
Y032	0,411	20	1020	6	89,98	5	100,50	6	5	1	91,74	1,75	1,95	-8,77	-8,72
Y033	0,411	30	1020	6	120,46	5	129,38	6	5	1	122,00	1,54	1,28	-7,39	-5,71
Y034	0,411	40	1020	6	153,99	4	156,01	6	5	1	154,51	0,52	0,34	-1,50	-0,96
Y035	0,411	50	1020	5	185,37	4	179,96	5	4	1	184,49	-0,88	-0,47	4,53	2,52
Y036	0,411	10	1025	6	57,63	5	69,03	6	5	1	59,53	1,90	3,30	-9,50	-13,76
Y037	0,411	20	1025	6	92,13	5	101,75	6	5	1	93,73	1,60	1,74	-8,02	-7,88
Y038	0,411	30	1025	5	124,43	4	131,10	5	4	1	125,56	1,13	0,90	-5,54	-4,23
Y039	0,411	40	1025	5	160,15	4	158,10	5	4	1	159,80	-0,35	-0,22	1,71	1,08
Y040	0,411	50	1025	5	191,17	4	183,78	5	4	1	189,96	-1,21	-0,63	6,18	3,36
Y041	0,411	10	1030	6	58,72	5	68,98	6	5	1	60,50	1,78	3,03	-8,47	-12,29
Y042	0,411	20	1030	6	94,31	5	103,23	6	5	1	95,84	1,53	1,62	-7,39	-7,16
Y043	0,411	30	1030	5	129,32	4	133,29	5	4	1	129,80	0,48	0,37	-3,49	-2,62
Y044	0,411	40	1030	5	164,97	4	160,63	5	4	1	164,28	-0,69	-0,42	3,65	2,27
Y045	0,411	50	1030	5	195,21	4	186,66	5	4	1	193,70	-1,51	-0,77	7,04	3,77
Y046	0,411	10	1035	6	59,33	5	69,25	6	5	1	60,98	1,65	2,79	-8,27	-11,94
Y047	0,411	20	1035	6	95,80	4	104,01	6	5	1	97,14	1,34	1,40	-6,87	-6,61
Y048	0,411	30	1035	5	133,36	4	135,11	5	4	1	133,60	0,25	0,18	-1,50	-1,11
Y049	0,411	40	1035	5	168,50	4	162,28	5	4	1	167,32	-1,18	-0,70	5,04	3,11
Y050	0,411	50	1035	5	199,24	4	189,43	5	4	1	197,21	-2,03	-1,02	7,78	4,11

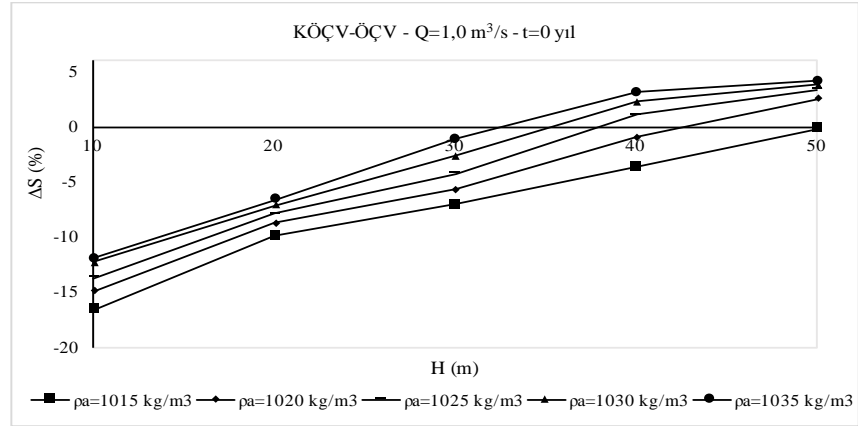
Tablo 4.7 ve Tablo 4.8' den yararlanılarak, KÖÇV-KKB seyrelmelerindeki yüzdesel değişimler alıcı ortam yoğunluğuna ve deşarj derinliğine bağlı olarak t=30 yıl için ve t=0 yıl için Şekil 4.13' de verilmiştir. Yine aynı şekilde Tablo 4.7 ve Tablo 4.8' den yararlanılarak, KÖÇV-ÖÇV seyrelmelerindeki yüzdesel değişimler alıcı ortam yoğunluğuna ve deşarj derinliğine bağlı olarak t=30 yıl için ve t=0 yıl için Şekil 4.14' de verilmiştir.

a) $t=30 \text{ yıl}$ durumub) $t=0 \text{ yıl}$ durumu

Şekil 4.13: $Q=1,0 \text{ m}^3/\text{s}$ için KÖÇV ve KKB durumlarının derinlik ve yoğunluğa bağlı seyrelme farklarının yüzdesel değişimleri.

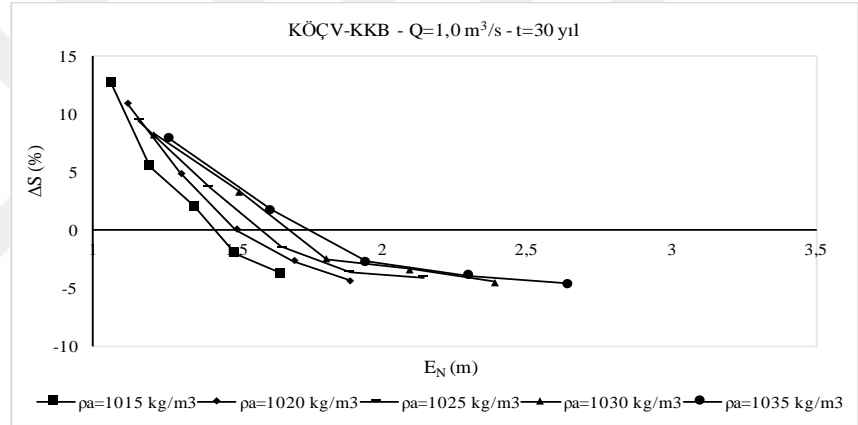
a) $t=30 \text{ yıl}$ durumu

Şekil 4.14: $Q=1,0 \text{ m}^3/\text{s}$ için KÖÇV ve ÖÇV durumlarının derinlik ve yoğunluğa bağlı seyrelme farklarının yüzdesel değişimleri.

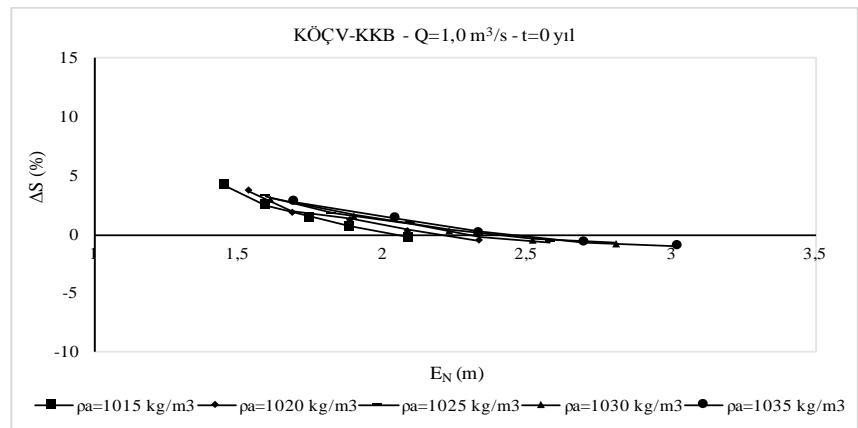


b) $t=0$ yıl durumu

Şekil 4.14 (devam): $Q=1,0 \text{ m}^3/\text{s}$ için KÖÇV ve ÖÇV durumlarının derinlik ve yoğunluğa bağlı seyrelme farklarının yüzdesel değişimleri.

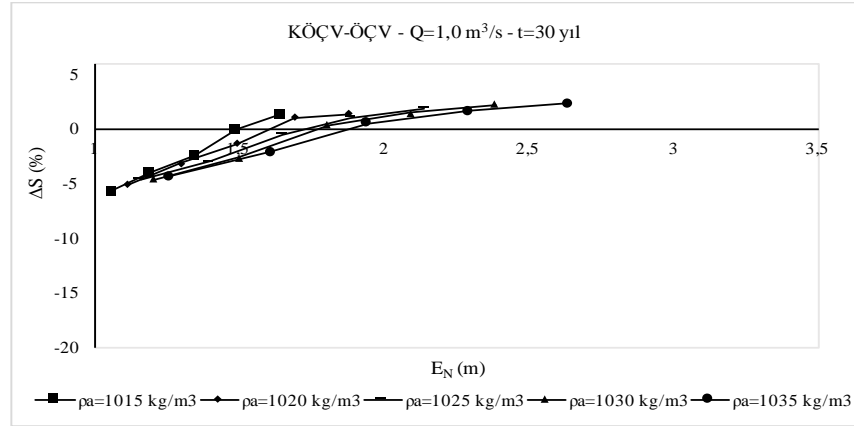
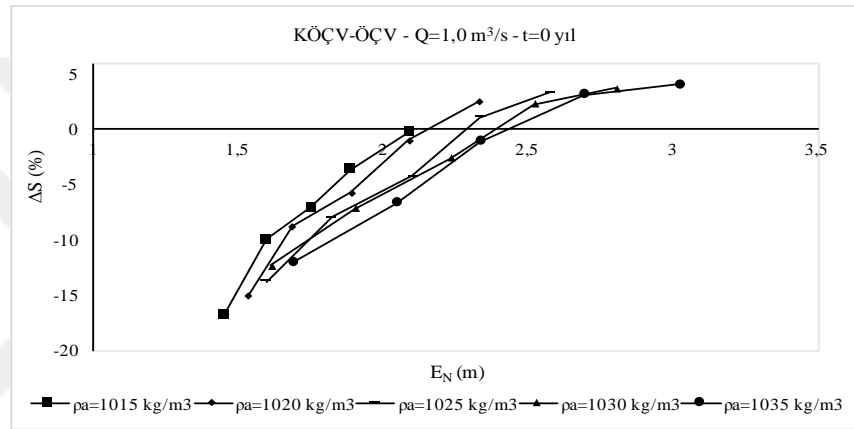


a) $t=30$ yıl durumu



b) $t=0$ yıl durumu

Şekil 4.15: $Q=1,0 \text{ m}^3/\text{s}$ için KÖÇV ve KKB durumlarının yoğunluk ve enerjiye bağlı seyrelme farklarının yüzdesel değişimleri.

a) $t=30$ yıl durumub) $t=0$ yıl durumu

Şekil 4.16: $Q=1,0 \text{ m}^3/\text{s}$ için KÖÇV ve ÖÇV durumlarının derinlik ve yoğunluğa bağlı seyrelme farklarının yüzdesel değişimleri.

Tablo 4.7 ve Tablo 4.8' den yararlanılarak, KÖÇV-KKB seyrelmelerindeki yüzdesel değişimler alıcı ortam yoğunluğuna ve enerjiye bağlı olarak $t=30$ yıl için ve $t=0$ yıl için Şekil 4.15' de verilmiştir. Yine Tablo 4.7 ve Tablo 4.8' den yararlanılarak, KÖÇV-ÖÇV seyrelmelerindeki yüzdesel değişimler alıcı ortam yoğunluğuna ve enerjiye bağlı olarak $t=30$ yıl için ve $t=0$ yıl için Şekil 4.16' de verilmiştir.

4.1.3. $Q_{30}= 1,5 \text{ m}^3/\text{s}$ Kapasiteli DÇY' de KÖÇV Kullanımının Birinci Seyrelme Üzerindeki Etkileri

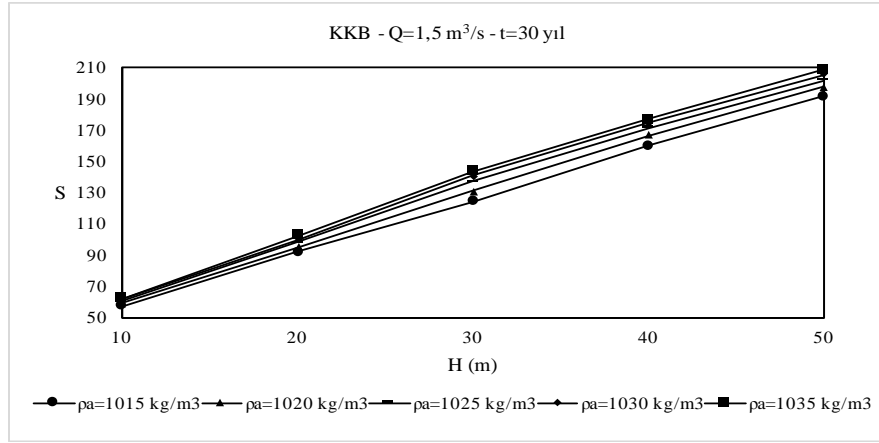
4.1.3.1. $t=30 \text{ yıl}$

$t=30$ yıl için, $Q=1,5 \text{ m}^3/\text{s}$ debi kapasiteli, $\rho_a=1015-1035 \text{ kg/m}^3$ aralığında alıcı ortam yoğunluklarında, $H=10-50 \text{ m}$ aralığında deşarj derinliklerinde 25 adet KKB' li, 25 adet ÖÇV' li, 25 adet KÖÇV' li yayıcı tasarımı yapılmış ve parametre değerleri Tablo 4.9' de özetlenmiştir.

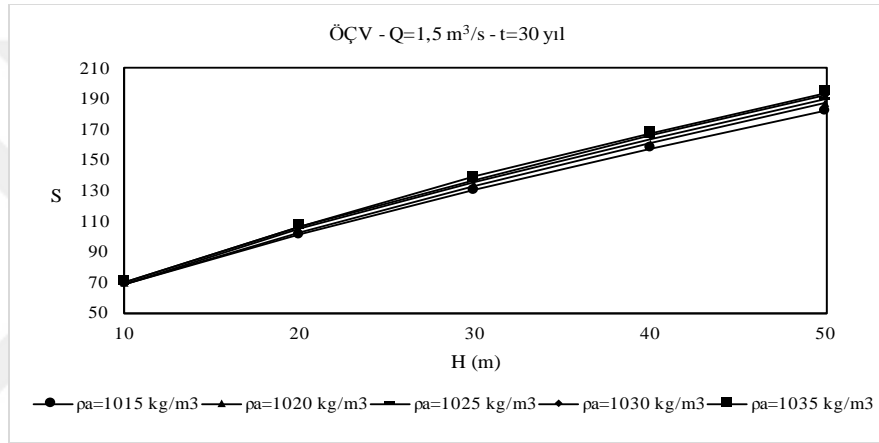
Tablo 4.9: $Q=1,5 \text{ m}^3/\text{s}$ debi kapasiteli KKB, ÖÇV ve KÖÇV' li yayıcıların $t=30$ yıldıki parametrelerinin özeti.

Delik Tipi:				KKB			ÖÇV				KÖÇV							
Yayıcı No	E_N (m)	H (m)	ρ_a (kg/m^3)	u (m/s)	N	S	u_j (m/s)	$N_{\bar{O}}$	$N_{\bar{O}A}$	S	u (m/s)	u_j (m/s)	N_{TA}	N_D	$N_{\bar{O}}$	$N_{\bar{O}A}$	S	T (%)
Y051	1,08	10	1015	3,20	27	57,55	6,29	27	21	68,98	3,35	6,27	23	8	19	15	64,80	29,63
Y052	1,21	20	1015	3,41	25	91,86	6,68	25	20	101,20	3,55	6,66	21	8	17	13	96,96	32,00
Y053	1,37	30	1015	3,63	24	124,11	7,10	24	19	130,05	3,77	7,11	20	8	16	12	126,67	33,33
Y054	1,51	40	1015	3,84	23	160,00	7,48	23	18	157,11	3,96	7,47	19	7	16	12	156,71	30,43
Y055	1,66	50	1015	4,04	22	191,51	7,86	22	17	181,86	4,15	7,86	18	7	15	11	184,40	31,82
Y056	1,13	10	1020	3,28	26	58,98	6,44	26	21	68,92	3,43	6,44	22	8	18	14	65,17	30,77
Y057	1,32	20	1020	3,57	24	95,16	6,97	24	19	103,15	3,70	6,95	21	8	16	13	99,72	33,33
Y058	1,51	30	1020	3,84	23	130,88	7,49	23	18	133,39	3,96	7,48	19	7	16	12	131,67	30,43
Y059	1,71	40	1020	4,10	21	166,92	7,98	21	17	160,85	4,21	7,96	18	7	14	11	162,46	33,33
Y060	1,89	50	1020	4,34	20	197,98	8,40	20	16	186,87	4,44	8,39	17	7	13	10	190,43	35,00
Y061	1,18	10	1025	3,35	26	60,28	6,57	26	20	69,25	3,50	6,57	22	8	18	14	65,81	30,77
Y062	1,42	20	1025	3,71	23	98,03	7,24	23	18	104,71	3,84	7,24	20	7	16	13	101,83	30,43
Y063	1,66	30	1025	4,05	21	137,00	7,87	21	17	135,49	4,16	7,85	18	7	14	11	134,92	33,33
Y064	1,90	40	1025	4,34	20	171,74	8,41	20	16	163,42	4,44	8,40	17	7	13	10	166,15	35,00
Y065	2,15	50	1025	4,63	19	202,19	8,97	19	15	189,86	4,73	8,96	16	6	13	10	193,86	31,58
Y066	1,23	10	1030	3,43	25	61,37	6,71	25	20	69,64	3,57	6,72	21	8	17	13	66,31	32,00
Y067	1,52	20	1030	3,85	23	99,84	7,51	23	18	105,95	3,97	7,51	19	7	16	12	103,22	30,43
Y068	1,82	30	1030	4,24	21	140,59	8,24	21	16	137,20	4,35	8,25	17	7	14	10	137,49	33,33
Y069	2,11	40	1030	4,58	19	174,45	8,87	19	15	165,62	4,68	8,87	16	6	13	10	168,51	31,58
Y070	2,40	50	1030	4,91	18	205,72	9,48	18	14	192,41	5,00	9,48	15	6	12	9	196,88	33,33
Y071	1,28	10	1035	3,51	25	62,37	6,87	25	19	70,19	3,65	6,88	21	8	17	13	66,84	32,00
Y072	1,63	20	1035	3,99	22	102,50	7,78	22	17	106,81	4,11	7,78	18	7	15	11	104,42	31,82
Y073	1,96	30	1035	4,41	20	143,65	8,56	20	15	138,82	4,51	8,55	17	6	14	11	139,75	30,00
Y074	2,31	40	1035	4,81	18	177,38	9,30	18	14	167,24	4,90	9,29	15	6	12	9	170,59	33,33
Y075	2,66	50	1035	5,17	17	208,58	9,98	17	13	193,91	5,25	9,95	15	6	11	9	198,96	35,29

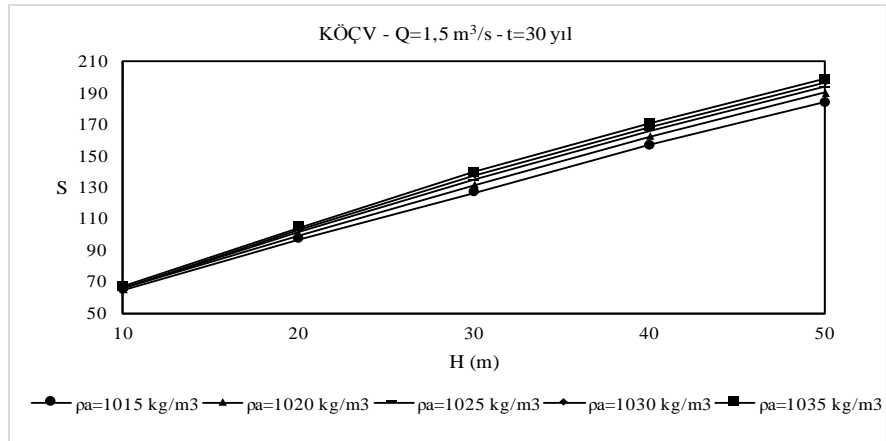
KKB, ÖÇV ve KÖÇV durumlarının alıcı ortam yoğunluğuna (ρ_a) ve deşarj derinliğine (H) bağlı seyrelme değişimleri $t=30$ yıl için ayrı grafikler halinde Şekil 4.17' de verilmiştir.



a) Dairesel delik (KKB) durumu



b) Ördek gaga çek-valf (ÖÇV) durumu

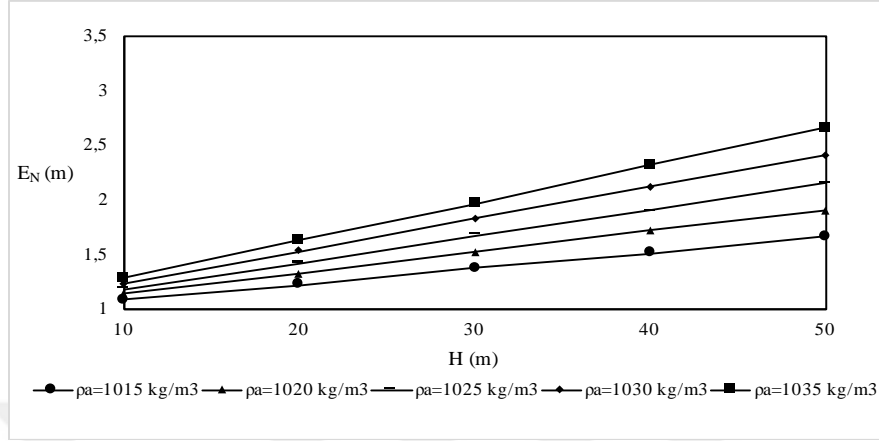


c) Kısmen ördek gaga çek-valf (KÖÇV) durumu

Şekil 4.17: $Q=1,5 \text{ m}^3/\text{s}$ için yoğunluk ve derinlik ile seyrelme değişimleri.

Alıcı ortam yoğunluğu ve deşarj derinliğine bağlı olarak yayıcının son deliğindeki enerji değişimleri (E_N) $t=30$ yıl için Şekil 4.18' de verilmiştir. Alıcı ortam yoğunluğu ve deşarj

derinliği arttıkça atıksuyun yayıcıdan çıkmak için ihtiyaç duyduğu enerji miktarının da arttığı belirlenmiştir



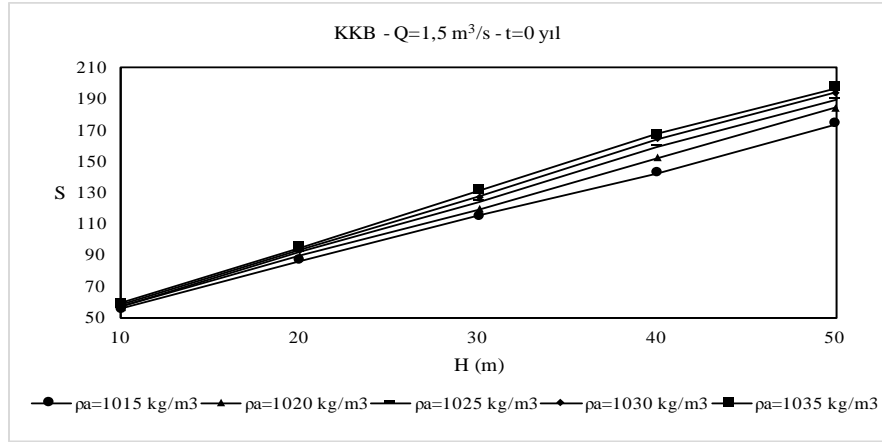
Şekil 4.18: $Q=1,5 \text{ m}^3/\text{s}$ için yoğunluk ve derinlik ile enerji değişimleri.

4.1.3.2. $t=0$ yıl

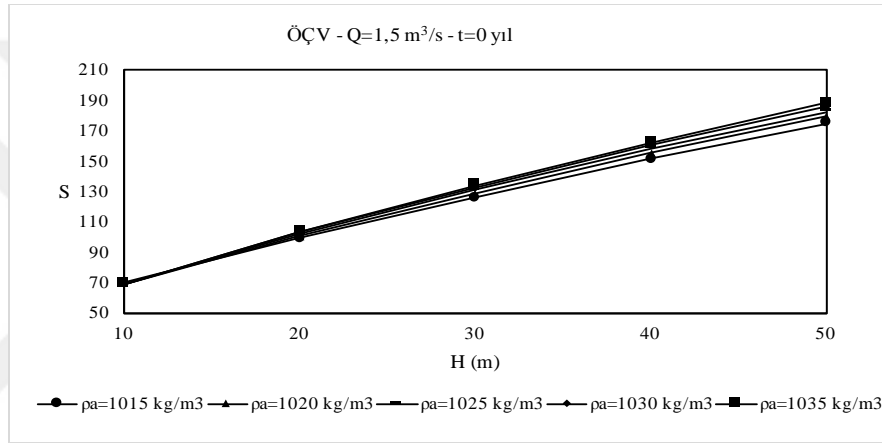
$t=30$ yıl için tasarlanan yayıcıların $t=0$ yıldaki davranışları Tablo 4.10' de özetlenmiştir.

Tablo 4.10: $Q=1,5 \text{ m}^3/\text{s}$ debi kapasiteli KKB, ÖÇV ve KÖÇV' li yayıcıların $t=0$ yıldaki parametrelerinin özeti

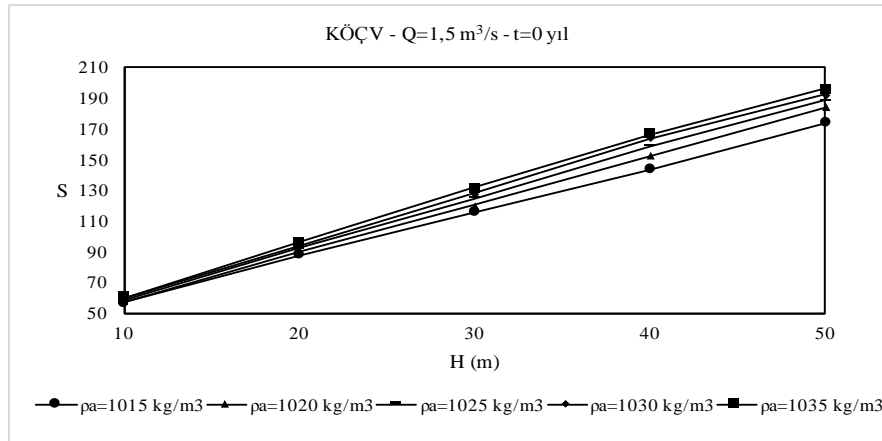
Delik Tipi:					KKB				ÖÇV				KÖÇV					
Yayıcı No	Q_0 (m ³ /s)	H (m)	ρ_a (kg/m ³)	E_N (m)	u (m/s)	N	N_A	S	u_j (m/s)	N_0	N_{0A}	S	u (m/s)	u_j (m/s)	N_K	N_D	N_{0A}	S
Y051	0,617	10	1015	1,54	4,00	27	9	55,46	7,66	27	7	69,64	4,00	7,66	27	8	1	57,04
Y052	0,617	20	1015	1,66	4,15	25	9	86,67	7,95	25	7	98,79	4,15	7,95	25	8	1	88,01
Y053	0,617	30	1015	1,84	4,37	24	9	114,92	8,36	24	7	125,86	4,37	8,36	24	8	1	116,02
Y054	0,617	40	1015	1,99	4,55	23	8	142,70	8,71	23	7	150,94	4,55	8,71	23	7	1	143,60
Y055	0,617	50	1015	2,15	4,73	22	8	173,84	9,04	22	6	174,67	4,73	9,04	22	7	1	173,95
Y056	0,617	10	1020	1,58	4,05	26	9	56,50	7,76	26	7	69,14	4,05	7,76	26	8	1	57,91
Y057	0,617	20	1020	1,77	4,28	24	9	89,43	8,20	24	7	100,27	4,29	8,20	24	8	1	90,63
Y058	0,617	30	1020	2,00	4,56	23	8	119,22	8,72	23	7	128,53	4,56	8,72	23	7	1	120,38
Y059	0,617	40	1020	2,17	4,74	21	8	152,03	9,07	21	6	155,13	4,75	9,07	21	7	1	152,42
Y060	0,617	50	1020	2,36	4,95	20	8	184,61	9,46	20	6	179,47	4,95	9,46	20	7	1	184,54
Y061	0,617	10	1025	1,65	4,13	26	9	57,37	7,92	26	7	68,92	4,13	7,92	26	8	1	58,69
Y062	0,617	20	1025	1,86	4,40	23	8	91,76	8,42	23	7	101,44	4,40	8,42	23	7	1	92,87
Y063	0,617	30	1025	2,11	4,68	21	8	123,97	8,95	21	6	131,01	4,68	8,95	21	7	1	124,97
Y064	0,617	40	1025	2,37	4,96	20	8	159,33	9,47	20	6	157,99	4,96	9,48	20	7	1	159,16
Y065	0,617	50	1025	2,63	5,23	19	7	190,08	10,00	19	6	182,71	5,23	10,00	19	6	1	189,02
Y066	0,617	10	1030	1,68	4,17	25	9	58,42	7,99	25	7	69,03	4,17	7,99	25	8	1	59,59
Y067	0,617	20	1030	2,01	4,57	23	8	93,35	8,74	23	7	102,61	4,57	8,74	23	7	1	94,56
Y068	0,617	30	1030	2,32	4,90	21	8	127,23	9,38	21	6	132,44	4,91	9,38	21	7	1	127,88
Y069	0,617	40	1030	2,58	5,17	19	7	164,44	9,88	19	6	160,19	5,18	9,89	19	6	1	163,83
Y070	0,617	50	1030	2,89	5,48	18	7	193,94	10,46	18	5	185,70	5,48	10,46	18	6	1	192,84
Y071	0,617	10	1035	1,76	4,27	25	9	59,15	8,18	25	7	69,09	4,27	8,18	25	8	1	60,22
Y072	0,617	20	1035	2,11	4,68	22	8	95,21	8,95	22	6	103,62	4,68	8,95	22	7	1	96,17
Y073	0,617	30	1035	2,44	5,04	20	7	131,21	9,63	20	6	134,34	5,04	9,63	20	6	1	131,65
Y074	0,617	40	1035	2,77	5,37	18	7	167,15	10,26	18	6	162,17	5,37	10,26	18	6	1	166,44
Y075	0,617	50	1035	3,13	5,71	17	7	197,48	10,90	17	5	188,04	5,71	10,90	17	6	1	196,27



a) KKB durumu



b) ÖÇV durumu

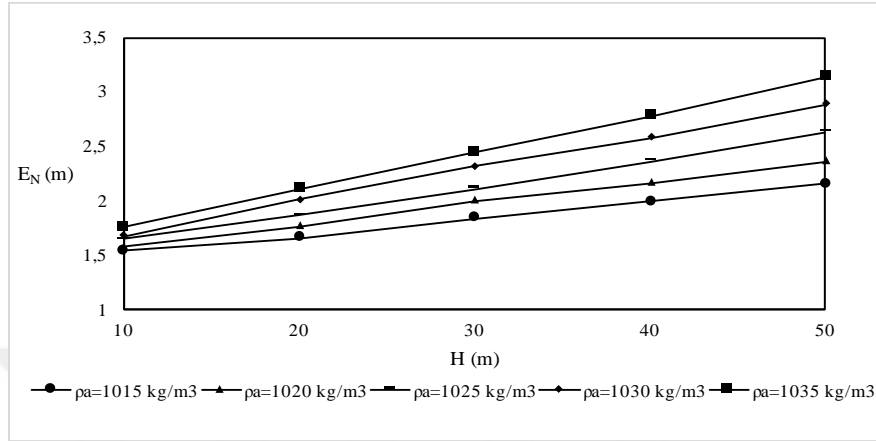


c) KÖÇV durumu

Şekil 4.19: $Q=1,5 \text{ m}^3/\text{s}$ için yoğunluk ve derinlik ile seyrelme değişimleri.

KKB, ÖÇV ve KÖÇV durumlarının alıcı ortam yoğunluğuna ve deşarj derinliğine bağlı seyrelme değişimleri $t=0$ yıl için ayrı grafikler halinde Şekil 4.19' da verilmiştir. Alıcı ortam yoğunluğu ve deşarj derinliğine bağlı olarak yayıcının son deliğindeki enerji

değişimleri (E_N) $t=0$ yılı için Şekil 4.20’ de verilmiştir. Alıcı ortam yoğunluğu ve deşarj derinliği arttıkça atıksuyun yayıcıdan çıkmak için ihtiyaç duyduğu enerji miktarının da arttığı belirlenmiştir.



Şekil 4.20: $Q=1,5 \text{ m}^3/\text{s}$ için yoğunluk ve derinlik ile enerji değişimleri.

4.1.3.3. $t=30$ yıl ve $t=0$ yıl Seyrelme Farklarının Karşılaştırılması

Tablo 4.11: $Q=1,5 \text{ m}^3/\text{s}$ debi kapasiteli KKB, ÖÇV ve KÖÇV’ li yayıcıların $t=30$ yıldaki seyrelme farkları.

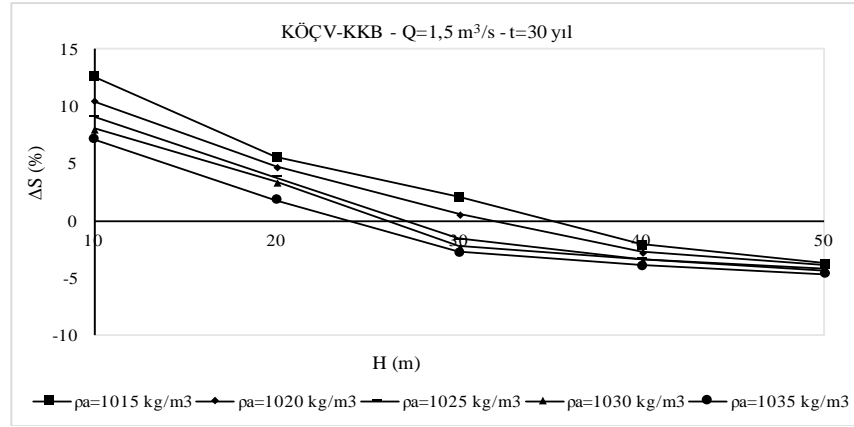
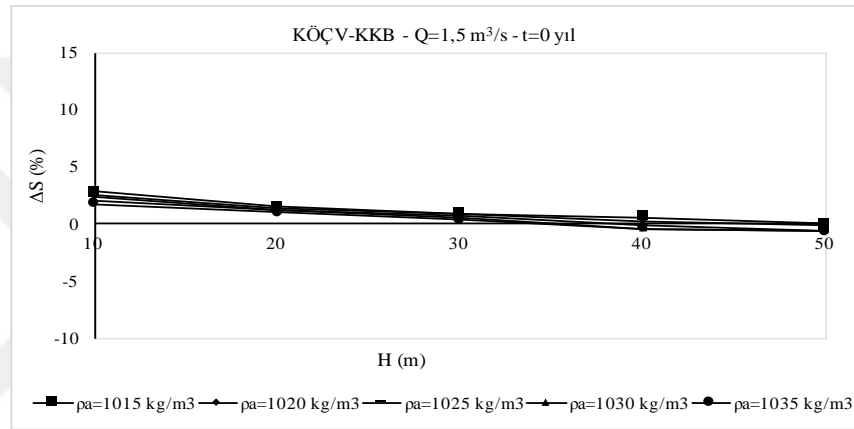
Delik Tipi:				KKB		ÖÇV		KÖÇV				KÖÇV-KKB		KÖÇV-ÖÇV	
Yayıcı No	Q (m^3/s)	H (m)	ρ_a (kg/m^3)	N	S	$N_{\text{ÖA}}$	S	N_{TA}	N_{D}	$N_{\text{ÖA}}$	S	ΔS	ΔS (%)	ΔS	ΔS (%)
Y051	1,5	10	1015	27	57,55	21	68,98	23	8	15	64,80	7,26	12,61	-4,17	-6,05
Y052	1,5	20	1015	25	91,86	20	101,20	21	8	13	96,96	5,10	5,55	-4,24	-4,19
Y053	1,5	30	1015	24	124,11	19	130,05	20	8	12	126,67	2,56	2,06	-3,39	-2,60
Y054	1,5	40	1015	23	160,00	18	157,11	19	7	12	156,71	-3,30	-2,06	-0,40	-0,26
Y055	1,5	50	1015	22	191,51	17	181,86	18	7	11	184,40	-7,10	-3,71	2,54	1,40
Y056	1,5	10	1020	26	58,98	21	68,92	22	8	14	65,17	6,19	10,50	-3,75	-5,44
Y057	1,5	20	1020	24	95,16	19	103,15	21	8	13	99,72	4,56	4,79	-3,43	-3,33
Y058	1,5	30	1020	23	130,88	18	133,39	19	7	12	131,67	0,79	0,61	-1,72	-1,29
Y059	1,5	40	1020	21	166,92	17	160,85	18	7	11	162,46	-4,46	-2,67	1,61	1,00
Y060	1,5	50	1020	20	197,98	16	186,87	17	7	10	190,43	-7,55	-3,82	3,56	1,90
Y061	1,5	10	1025	26	60,28	20	69,25	22	8	14	65,81	5,52	9,16	-3,44	-4,97
Y062	1,5	20	1025	23	98,03	18	104,71	20	7	13	101,83	3,79	3,87	-2,88	-2,75
Y063	1,5	30	1025	21	137,00	17	135,49	18	7	11	134,92	-2,08	-1,52	-0,57	-0,42
Y064	1,5	40	1025	20	171,74	16	163,42	17	7	10	166,15	-5,58	-3,25	2,73	1,67
Y065	1,5	50	1025	19	202,19	15	189,86	16	6	10	193,86	-8,32	-4,12	4,01	2,11
Y066	1,5	10	1030	25	61,37	20	69,64	21	8	13	66,31	4,94	8,05	-3,33	-4,78
Y067	1,5	20	1030	23	99,84	18	105,95	19	7	12	103,22	3,38	3,39	-2,73	-2,58
Y068	1,5	30	1030	21	140,59	16	137,20	17	7	10	137,49	-3,10	-2,20	0,29	0,21
Y069	1,5	40	1030	19	174,45	15	165,62	16	6	10	168,51	-5,93	-3,40	2,90	1,75
Y070	1,5	50	1030	18	205,72	14	192,41	15	6	9	196,88	-8,83	-4,29	4,47	2,32
Y071	1,5	10	1035	25	62,37	19	70,19	21	8	13	66,84	4,48	7,18	-3,34	-4,76
Y072	1,5	20	1035	22	102,50	17	106,81	18	7	11	104,42	1,92	1,87	-2,39	-2,23
Y073	1,5	30	1035	20	143,65	15	138,82	17	6	11	139,75	-3,90	-2,71	0,93	0,67
Y074	1,5	40	1035	18	177,38	14	167,24	15	6	9	170,59	-6,79	-3,83	3,35	2,01
Y075	1,5	50	1035	17	208,58	13	193,91	15	6	9	198,96	-9,62	-4,61	5,06	2,61

KÖÇV-KKB ve KÖÇV-ÖÇV seyrelme farkları, seyrelme farklarının yüzdesel değerleri ve diğer parametreler t=30 yıl için Tablo 4.11' de ve t=0 yıl için Tablo 4.12' de özetlenmiştir.

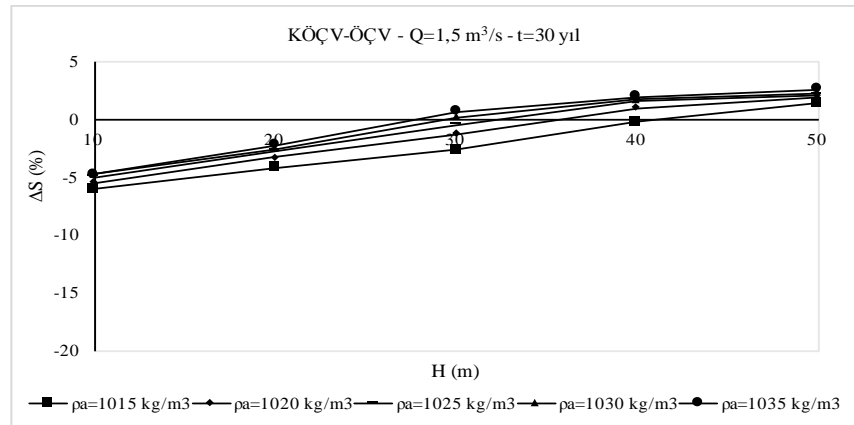
Tablo 4.12: Q=1,5 m³/s debi kapasiteli KKB, ÖÇV ve KÖÇV' li yayıcıların t=0 yıldaki seyrelme farkları.

Delik Tipi:				KKB		ÖÇV		KÖÇV				KÖÇV-KKB		KÖÇV-ÖÇV	
Yayıcı No	Q ₀ (m ³ /s)	H (m)	ρ _a (kg/m ³)	N _A	S	N _{0A}	S	N _{TA}	N _D	N _{0A}	S	ΔS (%)	ΔS (%)	ΔS (%)	ΔS (%)
Y051	0,617	10	1015	9	55,46	7	69,64	9	8	1	57,04	1,57	2,84	-12,60	-18,09
Y052	0,617	20	1015	9	86,67	7	98,79	9	8	1	88,01	1,35	1,55	-10,78	-10,91
Y053	0,617	30	1015	9	114,92	7	125,86	9	8	1	116,02	1,10	0,96	-9,84	-7,82
Y054	0,617	40	1015	8	142,70	7	150,94	8	7	1	143,60	0,90	0,63	-7,34	-4,86
Y055	0,617	50	1015	8	173,84	6	174,67	8	7	1	173,95	0,10	0,06	-0,72	-0,41
Y056	0,617	10	1020	9	56,50	7	69,14	9	8	1	57,91	1,40	2,48	-11,23	-16,25
Y057	0,617	20	1020	9	89,43	7	100,27	9	8	1	90,63	1,20	1,35	-9,64	-9,61
Y058	0,617	30	1020	8	119,22	7	128,53	8	7	1	120,38	1,16	0,98	-8,14	-6,34
Y059	0,617	40	1020	8	152,03	6	155,13	8	7	1	152,42	0,39	0,25	-2,71	-1,75
Y060	0,617	50	1020	8	184,61	6	179,47	8	7	1	184,54	-0,07	-0,04	5,08	2,83
Y061	0,617	10	1025	9	57,37	7	68,92	9	8	1	58,69	1,32	2,30	-10,23	-14,84
Y062	0,617	20	1025	8	91,76	7	101,44	8	7	1	92,87	1,12	1,22	-8,56	-8,44
Y063	0,617	30	1025	8	123,97	6	131,01	8	7	1	124,97	0,99	0,80	-6,04	-4,61
Y064	0,617	40	1025	8	159,33	6	157,99	8	7	1	159,16	-0,17	-0,11	1,17	0,74
Y065	0,617	50	1025	7	190,08	6	182,71	7	6	1	189,02	-1,05	-0,55	6,31	3,45
Y066	0,617	10	1030	9	58,42	7	69,03	9	8	1	59,59	1,18	2,02	-9,44	-13,67
Y067	0,617	20	1030	8	93,35	7	102,61	8	7	1	94,56	1,20	1,29	-8,05	-7,85
Y068	0,617	30	1030	8	127,23	6	132,44	8	7	1	127,88	0,65	0,51	-4,55	-3,44
Y069	0,617	40	1030	7	164,44	6	160,19	7	6	1	163,83	-0,61	-0,37	3,64	2,28
Y070	0,617	50	1030	7	193,94	5	185,70	7	6	1	192,84	-1,11	-0,57	7,14	3,85
Y071	0,617	10	1035	9	59,15	7	69,09	9	8	1	60,22	1,06	1,80	-8,87	-12,83
Y072	0,617	20	1035	8	95,21	6	103,62	8	7	1	96,17	0,96	1,01	-7,45	-7,19
Y073	0,617	30	1035	7	131,21	6	134,34	7	6	1	131,65	0,45	0,34	-2,69	-2,00
Y074	0,617	40	1035	7	167,15	6	162,17	7	6	1	166,44	-0,71	-0,43	4,27	2,63
Y075	0,617	50	1035	7	197,48	5	188,04	7	6	1	196,27	-1,20	-0,61	8,23	4,38

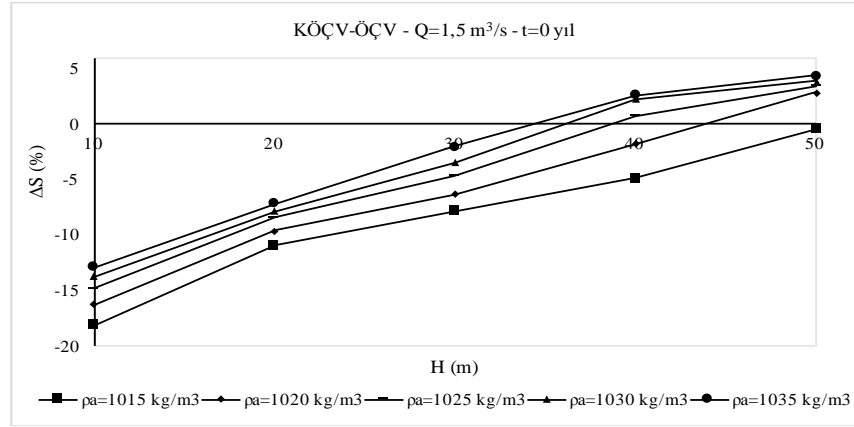
Tablo 4.11 ve Tablo 4.12' den yararlanılarak, KÖÇV-KKB seyrelmelerindeki yüzdesel değişimler alıcı ortam yoğunluğuna ve deşarj derinliğine bağlı olarak t=30 yıl için ve t=0 yıl için Şekil 4.21' de verilmiştir. Yine aynı şekilde Tablo 4.11 ve Tablo 4.12' den yararlanılarak, KÖÇV-ÖÇV seyrelmelerindeki yüzdesel değişimler alıcı ortam yoğunluğuna ve deşarj derinliğine bağlı olarak t=30 yıl için ve t=0 yıl için Şekil 4.22' de verilmiştir.

a) $t=30 \text{ yıl}$ durumub) $t=0 \text{ yıl}$ durumu

Şekil 4.21: $Q=1,5 \text{ m}^3/\text{s}$ için KÖÇV ve KKB durumlarının derinlik ve yoğunluğa bağlı seyrelme farklarının yüzdesel değişimleri.

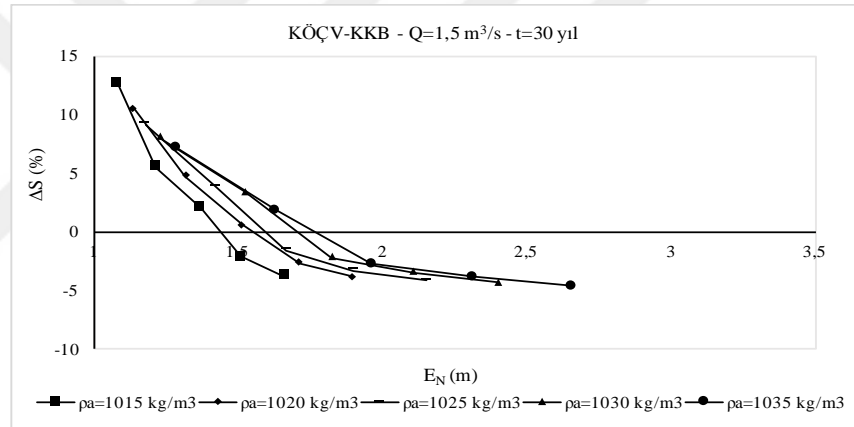
a) $t=30 \text{ yıl}$ durumu

Şekil 4.22: $Q=1,5 \text{ m}^3/\text{s}$ için KÖÇV ve ÖÇV durumlarının derinlik ve yoğunluğa bağlı seyrelme farklarının yüzdesel değişimleri.

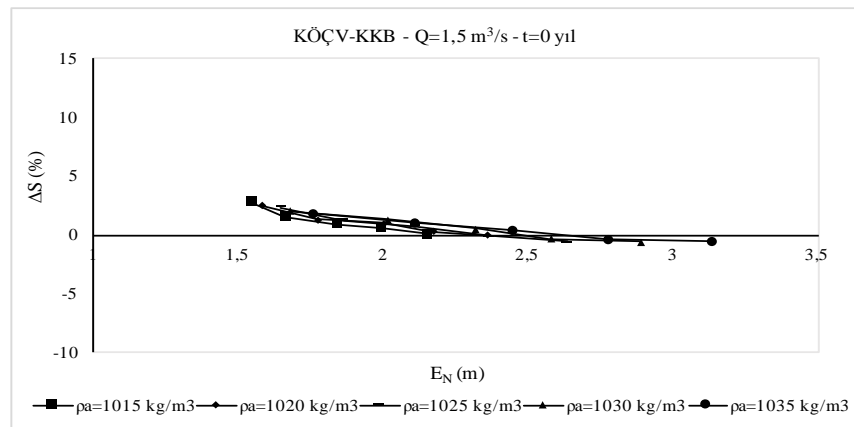


b) $t=0$ yıl durumu

Şekil 4.22 (devam): $Q=1,5 \text{ m}^3/\text{s}$ için KÖÇV ve ÖÇV durumlarının derinlik ve yoğunluğa bağlı seyrelme farklarının yüzdesel değişimleri.

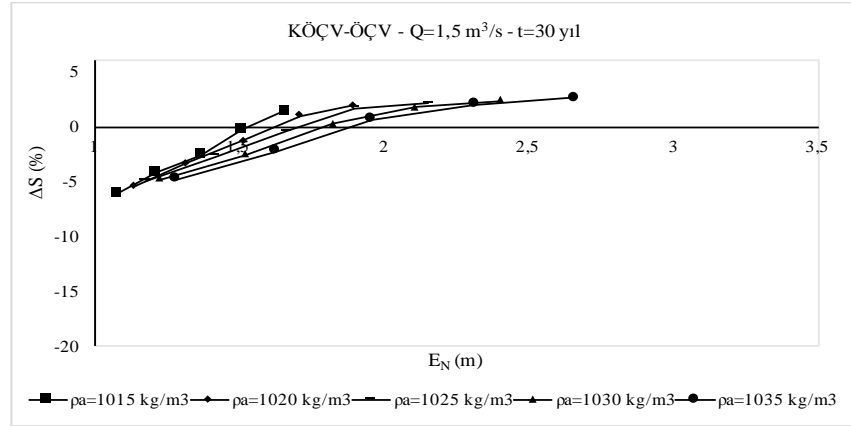
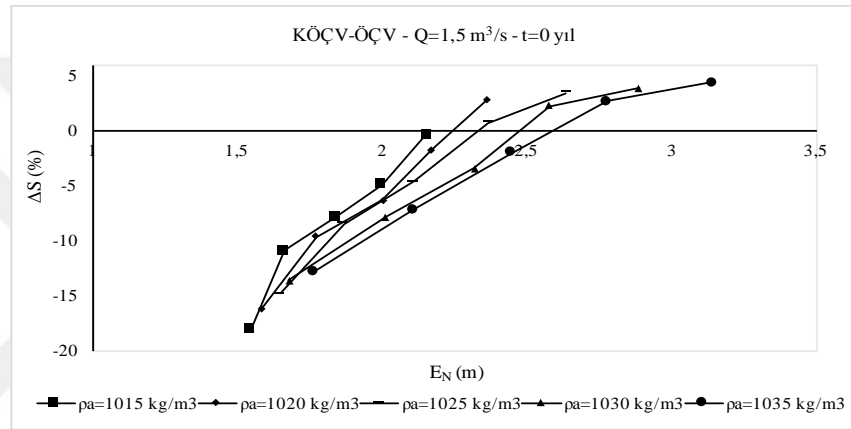


a) $t=30$ yıl durumu



b) $t=0$ yıl durumu

Şekil 4.23: $Q=1,5 \text{ m}^3/\text{s}$ için KÖÇV ve KKB durumlarının yoğunluk ve enerjiye bağlı seyrelme farklarının yüzdesel değişimleri.

a) $t=30$ yıl durumub) $t=0$ yıl durumu

Şekil 4.24: $Q=1,5 \text{ m}^3/\text{s}$ için KÖÇV ve ÖÇV durumlarının derinlik ve yoğunluğa bağlı seyrelme farklarının yüzdesel değişimleri.

Tablo 4.11 ve Tablo 4.12' den yararlanılarak, KÖÇV-KKB seyrelmelerindeki yüzdesel değişimler alıcı ortam yoğunluğuna ve enerjiye bağlı olarak $t=30$ yıl için ve $t=0$ yıl için Şekil 4.23' de verilmiştir. Yine Tablo 4.11 ve Tablo 4.12' den yararlanılarak, KÖÇV-ÖÇV seyrelmelerindeki yüzdesel değişimler alıcı ortam yoğunluğuna ve enerjiye bağlı olarak $t=30$ yıl için ve $t=0$ yıl için Şekil 4.24' de verilmiştir.

4.1.4. Q₃₀= 2,0 m³/s Kapasiteli DÇY' de KÖÇV Kullanımının Birinci Seyrelme Üzerindeki Etkileri

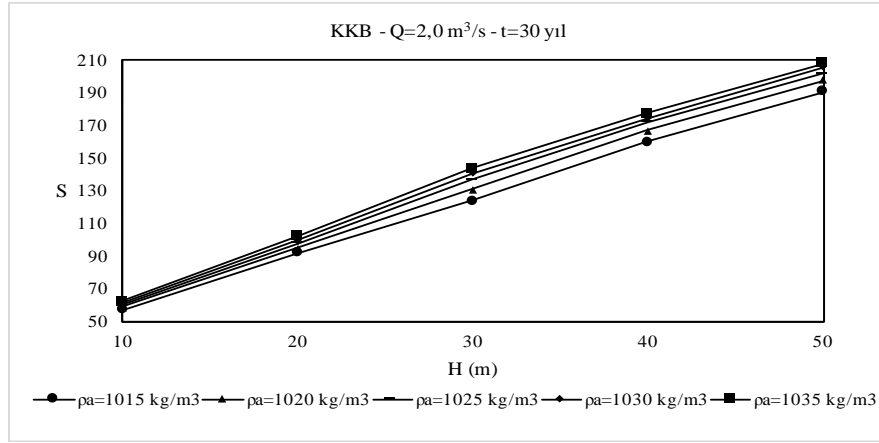
4.1.4.1. t=30 yıl

t=30 yıl için, Q=2,0 m³/s debi kapasiteli, ρ_a=1015-1035 kg/m³ aralığında alıcı ortam yoğunluklarında, H=10-50 m aralığında deşarj derinliklerinde 25 adet KKB' li, 25 adet ÖÇV' li, 25 adet KÖÇV' li yayıcı tasarımı yapılmış ve parametre değerleri Tablo 4.13' de özetlenmiştir.

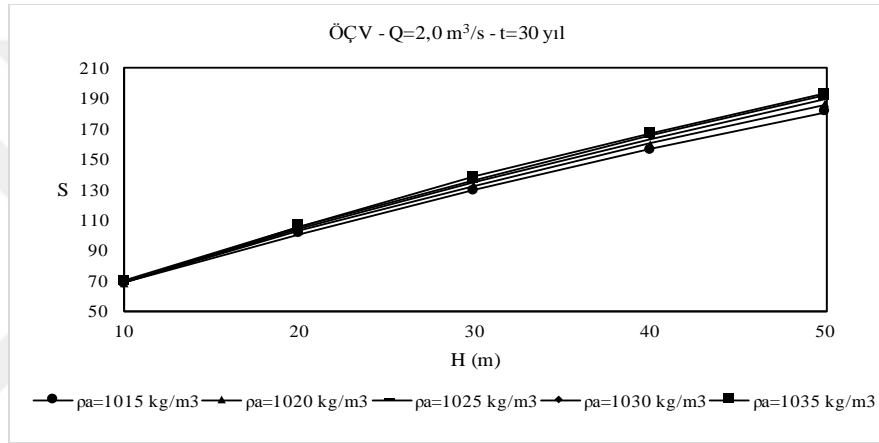
Tablo 4.13: Q=2,0 m³/s debi kapasiteli KKB, ÖÇV ve KÖÇV' li yayıcıların t=30 yıldıki parametrelerinin özeti.

Delik Tipi:				KKB			ÖÇV				KÖÇV							
Yayıcı No	E _N (m)	H (m)	ρ _a (kg/m ³)	u (m/s)	N	S	u _j (m/s)	N _Ö	N _{ÖA}	S	u (m/s)	u _j (m/s)	N _{TA}	N _D	N _Ö	N _{ÖA}	S	T (%)
Y076	1,10	10	1015	3,22	36	57,42	6,33	36	28	68,92	3,38	6,36	30	12	24	18	64,11	33,33
Y077	1,23	20	1015	3,43	34	91,81	6,72	34	26	101,05	3,58	6,74	28	11	23	17	96,85	32,35
Y078	1,39	30	1015	3,65	32	123,84	7,13	32	25	130,05	3,79	7,15	27	11	21	16	126,44	34,38
Y079	1,53	40	1015	3,85	30	159,78	7,51	30	23	156,67	3,98	7,53	25	10	20	15	156,52	33,33
Y080	1,67	50	1015	4,05	28	190,92	7,88	28	22	181,65	4,17	7,89	24	10	18	14	184,09	35,71
Y081	1,16	10	1020	3,30	35	58,85	6,42	35	27	68,98	3,46	6,50	29	12	23	17	64,57	34,29
Y082	1,34	20	1020	3,58	32	94,95	7,01	32	25	103,00	3,72	7,03	27	11	21	16	99,11	34,38
Y083	1,53	30	1020	3,86	30	130,75	7,52	30	23	133,20	3,98	7,53	25	10	20	15	131,23	33,33
Y084	1,73	40	1020	4,12	28	166,62	8,00	28	22	160,52	4,23	8,01	24	10	18	14	162,22	35,71
Y085	1,91	50	1020	4,35	27	197,65	8,43	27	21	186,66	4,46	8,44	23	9	18	14	189,81	33,33
Y086	1,20	10	1025	3,36	34	60,24	6,60	34	27	69,25	3,52	6,61	29	11	23	18	65,54	32,35
Y087	1,44	20	1025	3,72	31	97,71	7,27	31	24	104,55	3,86	7,30	26	11	20	15	101,03	35,48
Y088	1,68	30	1025	4,06	28	136,55	7,90	28	22	135,39	4,18	7,91	24	10	18	14	134,57	35,71
Y089	1,92	40	1025	4,35	27	171,96	8,44	27	21	163,52	4,46	8,45	23	9	18	14	165,94	33,33
Y090	2,17	50	1025	4,64	25	201,60	8,99	25	19	189,86	4,75	9,00	21	9	16	12	194,02	36,00
Y091	1,25	10	1030	3,44	33	61,28	6,74	33	26	69,64	3,60	6,75	28	11	22	17	66,13	33,33
Y092	1,54	20	1030	3,87	30	99,63	7,54	30	23	105,80	4,00	7,56	25	10	20	15	102,96	33,33
Y093	1,84	30	1030	4,25	27	140,59	8,26	27	21	136,82	4,37	8,26	23	9	18	14	137,28	33,33
Y094	2,12	40	1030	4,59	25	174,37	8,88	25	20	165,62	4,70	8,91	21	9	16	12	168,70	36,00
Y095	2,42	50	1030	4,91	24	205,72	9,50	24	18	192,20	5,01	9,50	20	8	16	12	196,56	33,33
Y096	1,30	10	1035	3,52	33	62,24	6,90	33	25	70,08	3,68	6,91	28	11	22	17	66,72	33,33
Y097	1,65	20	1035	4,00	29	102,29	7,80	29	22	106,58	4,13	7,81	24	10	19	14	104,04	34,48
Y098	1,98	30	1035	4,42	26	143,45	8,57	26	20	138,63	4,53	8,58	22	9	17	13	139,94	34,62
Y099	2,33	40	1035	4,82	24	177,38	9,32	24	19	167,24	4,92	9,33	20	8	16	12	170,33	33,33
Y100	2,67	50	1035	5,18	22	208,33	9,99	22	17	193,91	5,27	9,99	19	8	14	11	198,86	36,36

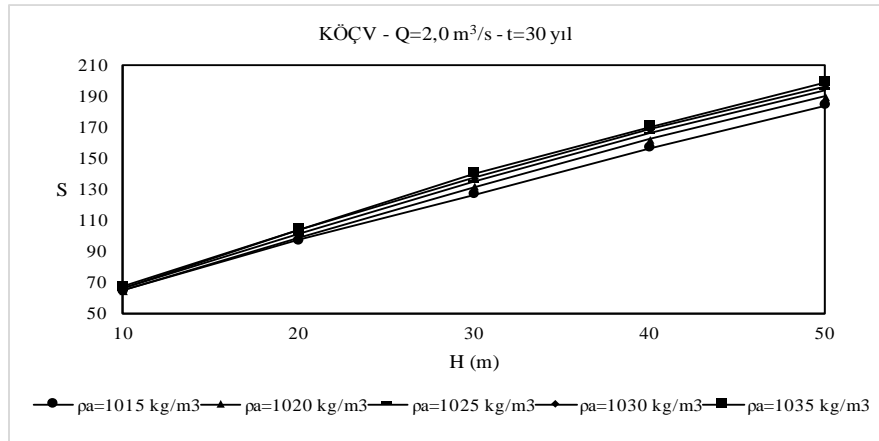
KKB, ÖÇV ve KÖÇV durumlarının alıcı ortam yoğunluğuna (ρ_a) ve deşarj derinliğine (H) bağlı seyrelme değişimleri t=30 yıl için ayrı grafikler halinde Şekil 4.25' de verilmiştir.



a) Dairesel delik (KKB) durumu



b) Ördek gaga çek-valf (ÖÇV) durumu

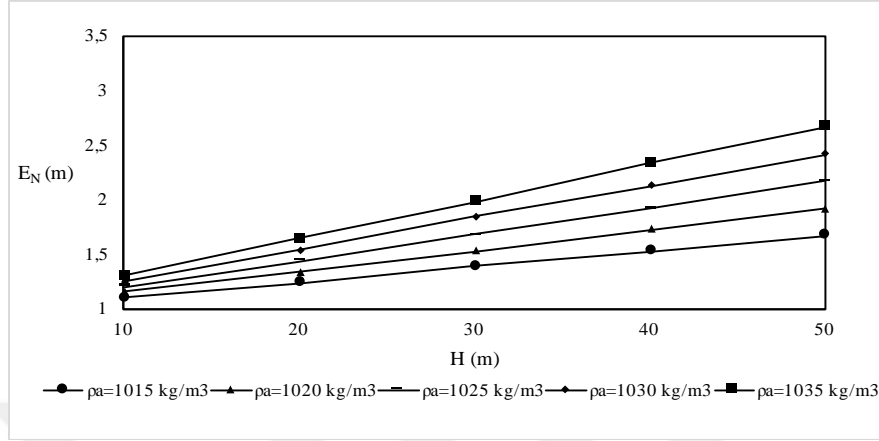


c) Kısmen ördek gaga çek-valf (KÖÇV) durumu

Şekil 4.25: $Q=2,0 \text{ m}^3/\text{s}$ için yoğunluk ve derinlik ile seyrelme değişimleri.

Alıcı ortam yoğunluğu ve deşarj derinliğine bağlı olarak yayıcının son deliğindeki enerji değişimleri (E_N) $t=30$ yıl için Şekil 4.26' da verilmiştir. Alıcı ortam yoğunluğu ve deşarj

derinliği arttıkça atıksuyun yayıcıdan çıkmak için ihtiyaç duyduğu enerji miktarının da arttığı belirlenmiştir.



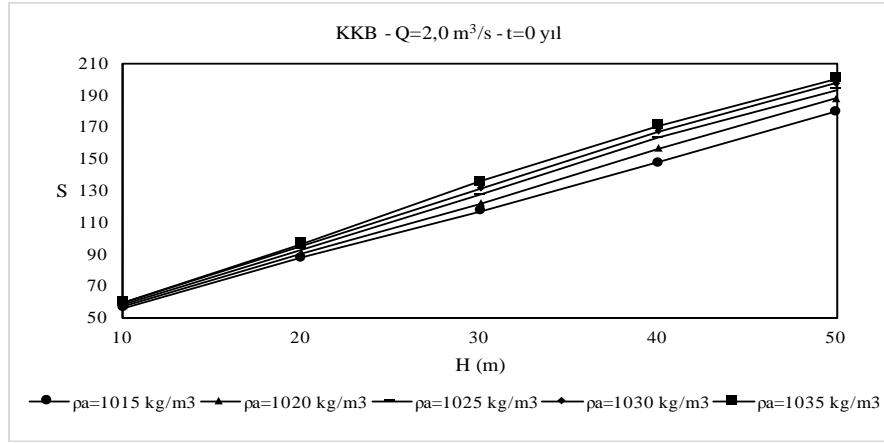
Şekil 4.26: Q=2,0 m³/s için yoğunluk ve derinlik ile enerji değişimleri.

4.1.4.2. t=0 yıl

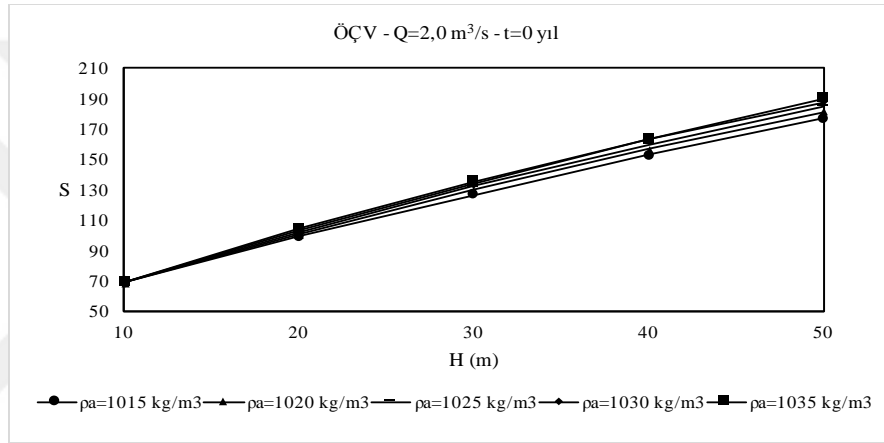
t=30 yıl için tasarlanan yayıcıların t=0 yıldaki davranışları Tablo 4.14' de özetlenmiştir.

Tablo 4.14: Q=2,0 m³/s debi kapasiteli KKB, ÖÇV ve KÖÇV' li yayıcıların t=0 yıldaki parametrelerinin özeti.

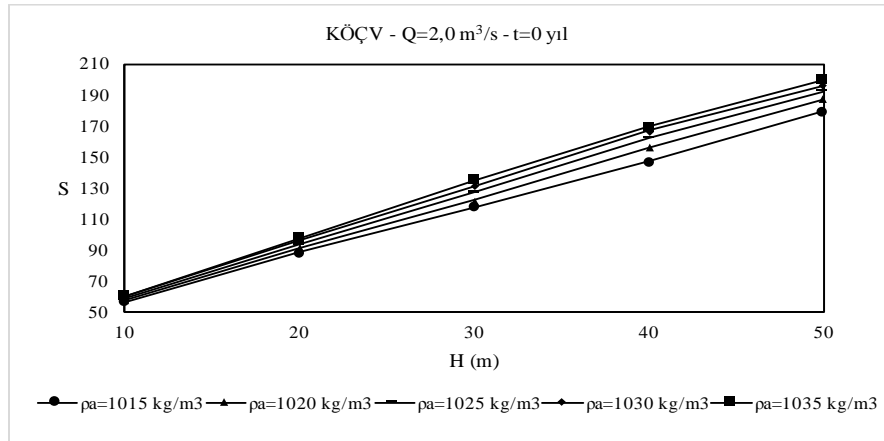
Delik Tipi:					KKB				ÖÇV				KÖÇV					
Yayıcı No	Q ₀ (m ³ /s)	H (m)	ρ _a (kg/m ³)	E _N (m)	u (m/s)	N	N _A	S	u _j (m/s)	N ₀	N _{0A}	S	u (m/s)	u _j (m/s)	N _K	N _D	N _{0A}	S
Y076	0,823	10	1015	1,37	3,77	36	13	55,90	7,24	36	10	69,36	3,78	7,24	36	12	1	56,93
Y077	0,823	20	1015	1,51	3,96	34	12	87,53	7,58	34	10	99,34	3,96	7,58	34	11	1	88,51
Y078	0,823	30	1015	1,67	4,15	32	12	116,87	7,96	32	9	127,19	4,16	7,96	32	11	1	117,73
Y079	0,823	40	1015	1,80	4,32	30	11	147,29	8,27	30	9	153,03	4,32	8,27	30	10	1	147,27
Y080	0,823	50	1015	1,93	4,48	28	11	179,98	8,57	28	9	177,25	4,48	8,57	28	10	1	179,72
Y081	0,823	10	1020	1,43	3,84	35	13	56,98	7,37	35	10	69,03	3,85	7,37	35	12	1	57,91
Y082	0,823	20	1020	1,60	4,08	32	12	90,64	7,81	32	10	100,97	4,08	7,81	32	11	1	91,40
Y083	0,823	30	1020	1,80	4,32	30	11	121,69	8,27	30	9	130,05	4,32	8,27	30	10	1	122,45
Y084	0,823	40	1020	2,00	4,55	28	11	156,54	8,71	28	9	156,89	4,55	8,71	28	10	1	156,59
Y085	0,823	50	1020	2,19	4,77	27	10	188,39	9,12	27	8	181,65	4,77	9,12	27	9	1	187,69
Y086	0,823	10	1025	1,46	3,89	34	12	58,11	7,46	34	10	69,03	3,89	7,46	34	11	1	59,02
Y087	0,823	20	1025	1,71	4,21	31	12	93,09	8,06	31	9	102,45	4,21	8,06	31	11	1	94,01
Y088	0,823	30	1025	1,94	4,49	28	11	127,23	8,59	28	9	132,34	4,49	8,59	28	10	1	127,59
Y089	0,823	40	1025	2,20	4,78	27	10	163,09	9,13	27	8	159,86	4,78	9,13	27	9	1	162,77
Y090	0,823	50	1025	2,44	5,03	25	10	193,52	9,62	25	8	185,48	5,04	9,62	25	9	1	192,72
Y091	0,823	10	1030	1,51	3,95	33	12	59,07	7,57	33	10	69,14	3,95	7,57	33	11	1	60,03
Y092	0,823	20	1030	1,81	4,33	30	11	95,21	8,30	30	9	103,77	4,34	8,30	30	10	1	95,99
Y093	0,823	30	1030	2,11	4,67	27	10	131,21	8,94	27	8	134,15	4,68	8,94	27	9	1	131,50
Y094	0,823	40	1030	2,39	4,98	25	10	166,92	9,52	25	8	163,38	4,98	9,52	25	9	1	166,77
Y095	0,823	50	1030	2,70	5,30	24	9	197,48	10,12	24	7	188,04	5,30	10,12	24	8	1	196,43
Y096	0,823	10	1035	1,58	4,04	33	12	59,85	7,75	33	10	69,36	4,04	7,75	33	11	1	60,64
Y097	0,823	20	1035	1,92	4,46	29	11	96,86	8,54	29	9	104,71	4,46	8,54	29	10	1	97,60
Y098	0,823	30	1035	2,24	4,82	26	10	135,25	9,23	26	8	135,96	4,83	9,23	26	9	1	135,20
Y099	0,823	40	1035	2,60	5,19	24	9	170,54	9,93	24	8	163,80	5,20	9,93	24	8	1	169,59
Y100	0,823	50	1035	2,93	5,52	22	9	200,76	10,54	22	7	190,28	5,52	10,54	22	8	1	199,74



a) KKB durumu



b) ÖÇV durumu

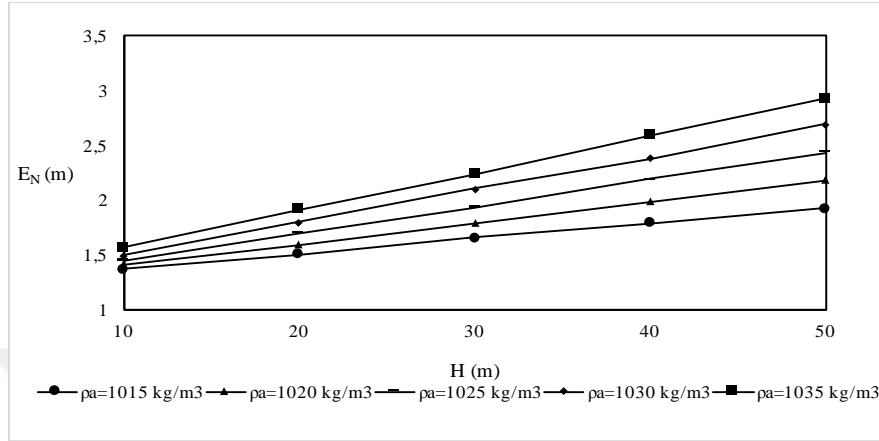


c) KÖÇV durumu

Şekil 4.27: $Q=2,0 \text{ m}^3/\text{s}$ için yoğunluk ve derinlik ile seyrelme değişimleri.

KKB, ÖÇV ve KÖÇV durumlarının alıcı ortam yoğunluğuna ve deşarj derinliğine bağlı seyrelme değişimleri $t=0$ yıl için ayrı grafikler halinde Şekil 4.27' de verilmiştir. Alıcı ortam yoğunluğu ve deşarj derinliğine bağlı olarak yayıcının son deliğindeki enerji

değişimleri (E_N) $t=0$ yılı için Şekil 4.28’ de verilmiştir. Alıcı ortam yoğunluğu ve deşarj derinliği arttıkça atıksuyun yayıcıdan çıkmak için ihtiyaç duyduğu enerji miktarının da arttığı belirlenmiştir.



Şekil 4.28: $Q=2,0 \text{ m}^3/\text{s}$ için yoğunluk ve derinlik ile enerji değişimleri.

4.1.4.3. $t=30$ yıl ve $t=0$ yıl Seyrelme Farklarının Karşılaştırılması

Tablo 4.15: $Q=2,0 \text{ m}^3/\text{s}$ debi kapasiteli KKB, ÖÇV ve KÖÇV' li yayıcıların $t=30$ yıldaki seyrelme farkları.

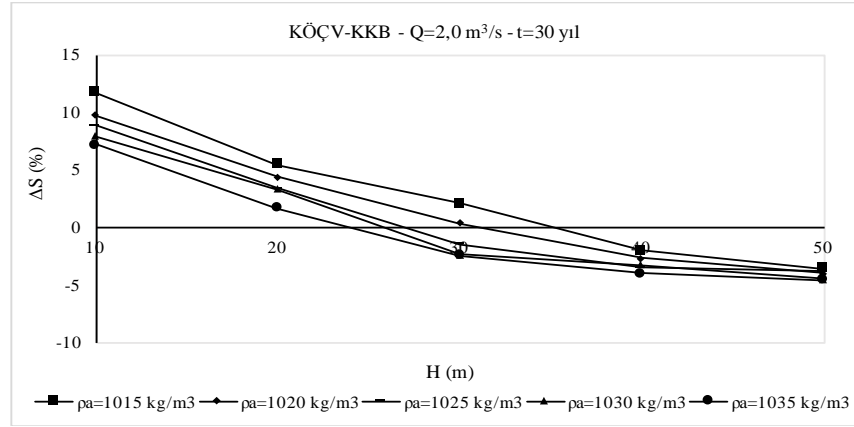
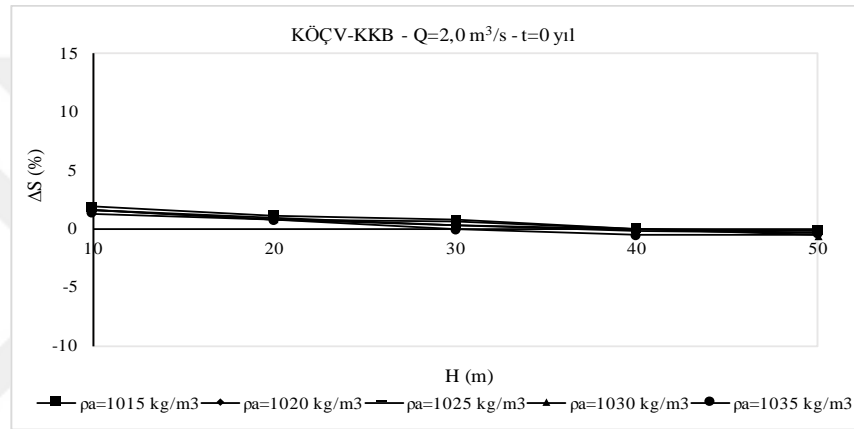
Delik Tipi:				KKB		ÖÇV		KÖÇV				KÖÇV-KKB		KÖÇV-ÖÇV	
Yayıcı No	Q (m ³ /s)	H (m)	ρ _a (kg/m ³)	N	S	N _{ÖA}	S	N _{TA}	N _D	N _{ÖA}	S	ΔS (%)	ΔS (%)	ΔS (%)	ΔS (%)
Y076	2,0	10	1015	36	57,42	28	68,92	30	12	18	64,11	6,69	11,66	-4,81	-6,98
Y077	2,0	20	1015	34	91,81	26	101,05	28	11	17	96,85	5,04	5,49	-4,20	-4,16
Y078	2,0	30	1015	32	123,84	25	130,05	27	11	16	126,44	2,59	2,09	-3,61	-2,78
Y079	2,0	40	1015	30	159,78	23	156,67	25	10	15	156,52	-3,26	-2,04	-0,15	-0,10
Y080	2,0	50	1015	28	190,92	22	181,65	24	10	14	184,09	-6,83	-3,58	2,44	1,34
Y081	2,0	10	1020	35	58,85	27	68,98	29	12	17	64,57	5,72	9,72	-4,41	-6,39
Y082	2,0	20	1020	32	94,95	25	103,00	27	11	16	99,11	4,16	4,38	-3,89	-3,77
Y083	2,0	30	1020	30	130,75	23	133,20	25	10	15	131,23	0,48	0,37	-1,97	-1,48
Y084	2,0	40	1020	28	166,62	22	160,52	24	10	14	162,22	-4,41	-2,64	1,70	1,06
Y085	2,0	50	1020	27	197,65	21	186,66	23	9	14	189,81	-7,84	-3,97	3,15	1,69
Y086	2,0	10	1025	34	60,24	27	69,25	29	11	18	65,54	5,30	8,79	-3,71	-5,36
Y087	2,0	20	1025	31	97,71	24	104,55	26	11	15	101,03	3,31	3,39	-3,52	-3,37
Y088	2,0	30	1025	28	136,55	22	135,39	24	10	14	134,57	-1,98	-1,45	-0,82	-0,61
Y089	2,0	40	1025	27	171,96	21	163,52	23	9	14	165,94	-6,03	-3,50	2,42	1,48
Y090	2,0	50	1025	25	201,60	19	189,86	21	9	12	194,02	-7,58	-3,76	4,17	2,20
Y091	2,0	10	1030	33	61,28	26	69,64	28	11	17	66,13	4,85	7,91	-3,51	-5,03
Y092	2,0	20	1030	30	99,63	23	105,80	25	10	15	102,96	3,33	3,34	-2,84	-2,69
Y093	2,0	30	1030	27	140,59	21	136,82	23	9	14	137,28	-3,30	-2,35	0,46	0,34
Y094	2,0	40	1030	25	174,37	20	165,62	21	9	12	168,70	-5,67	-3,25	3,09	1,86
Y095	2,0	50	1030	24	205,72	18	192,20	20	8	12	196,56	-9,16	-4,45	4,36	2,27
Y096	2,0	10	1035	33	62,24	25	70,08	28	11	17	66,72	4,49	7,21	-3,35	-4,79
Y097	2,0	20	1035	29	102,29	22	106,58	24	10	14	104,04	1,75	1,71	-2,54	-2,38
Y098	2,0	30	1035	26	143,45	20	138,63	22	9	13	139,94	-3,51	-2,45	1,31	0,94
Y099	2,0	40	1035	24	177,38	19	167,24	20	8	12	170,33	-7,05	-3,98	3,09	1,85
Y100	2,0	50	1035	22	208,33	17	193,91	19	8	11	198,86	-9,46	-4,54	4,96	2,56

KÖÇV-KKB ve KÖÇV-ÖÇV seyrelme farkları, seyrelme farklarının yüzdesel değerleri ve diğer parametreler t=30 yıl için Tablo 4.15' de ve t=0 yıl için Tablo 4.16' da özetlenmiştir.

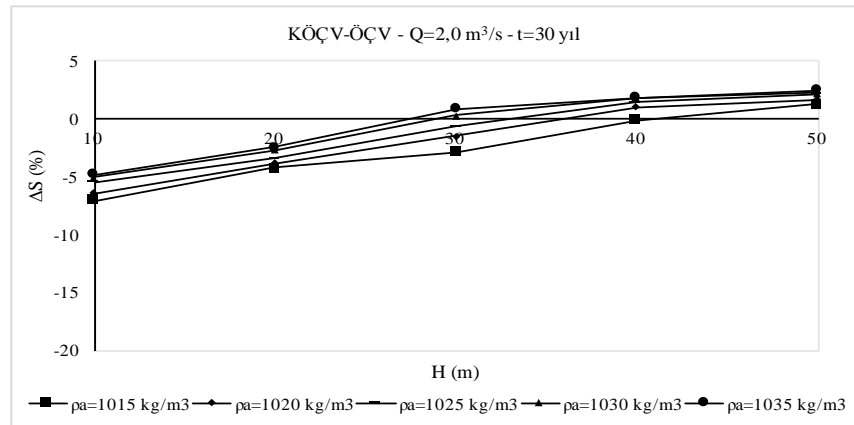
Tablo 4.16: Q=2,0 m³/s debi kapasiteli KKB, ÖÇV ve KÖÇV' li yayıcıların t=0 yıldaki seyrelme farkları.

Delik Tipi:				KKB		ÖÇV		KÖÇV				KÖÇV-KKB		KÖÇV-ÖÇV	
Yayıcı No	Q ₀ (m ³ /s)	H (m)	ρ _a (kg/m ³)	N _A	S	N _{ÖA}	S	N _{TA}	N _D	N _{ÖA}	S	ΔS	ΔS (%)	ΔS	ΔS (%)
Y076	0,823	10	1015	13	55,90	10	69,36	13	12	1	56,93	1,04	1,85	-12,43	-17,92
Y077	0,823	20	1015	12	87,53	10	99,34	12	11	1	88,51	0,98	1,12	-10,83	-10,90
Y078	0,823	30	1015	12	116,87	9	127,19	12	11	1	117,73	0,86	0,74	-9,46	-7,44
Y079	0,823	40	1015	11	147,29	9	153,03	11	10	1	147,27	-0,03	-0,02	-5,77	-3,77
Y080	0,823	50	1015	11	179,98	9	177,25	11	10	1	179,72	-0,26	-0,14	2,47	1,39
Y081	0,823	10	1020	13	56,98	10	69,03	13	12	1	57,91	0,93	1,63	-11,12	-16,11
Y082	0,823	20	1020	12	90,64	10	100,97	12	11	1	91,40	0,76	0,84	-9,57	-9,48
Y083	0,823	30	1020	11	121,69	9	130,05	11	10	1	122,45	0,76	0,62	-7,60	-5,84
Y084	0,823	40	1020	11	156,54	9	156,89	11	10	1	156,59	0,04	0,03	-0,30	-0,19
Y085	0,823	50	1020	10	188,39	8	181,65	10	9	1	187,69	-0,71	-0,38	6,04	3,33
Y086	0,823	10	1025	12	58,11	10	69,03	12	11	1	59,02	0,91	1,57	-10,01	-14,50
Y087	0,823	20	1025	12	93,09	9	102,45	12	11	1	94,01	0,93	1,00	-8,44	-8,24
Y088	0,823	30	1025	11	127,23	9	132,34	11	10	1	127,59	0,35	0,28	-4,75	-3,59
Y089	0,823	40	1025	10	163,09	8	159,86	10	9	1	162,77	-0,32	-0,20	2,91	1,82
Y090	0,823	50	1025	10	193,52	8	185,48	10	9	1	192,72	-0,80	-0,42	7,24	3,90
Y091	0,823	10	1030	12	59,07	10	69,14	12	11	1	60,03	0,96	1,62	-9,11	-13,18
Y092	0,823	20	1030	11	95,21	9	103,77	11	10	1	95,99	0,78	0,82	-7,78	-7,50
Y093	0,823	30	1030	10	131,21	8	134,15	10	9	1	131,50	0,29	0,22	-2,65	-1,98
Y094	0,823	40	1030	10	166,92	8	163,38	10	9	1	166,77	-0,15	-0,09	3,39	2,08
Y095	0,823	50	1030	9	197,48	7	188,04	9	8	1	196,43	-1,05	-0,53	8,39	4,46
Y096	0,823	10	1035	12	59,85	10	69,36	12	11	1	60,64	0,79	1,32	-8,72	-12,57
Y097	0,823	20	1035	11	96,86	9	104,71	11	10	1	97,60	0,73	0,76	-7,11	-6,79
Y098	0,823	30	1035	10	135,25	8	135,96	10	9	1	135,20	-0,05	-0,03	-0,76	-0,56
Y099	0,823	40	1035	9	170,54	8	163,80	9	8	1	169,59	-0,95	-0,56	5,78	3,53
Y100	0,823	50	1035	9	200,76	7	190,28	9	8	1	199,74	-1,01	-0,51	9,46	4,97

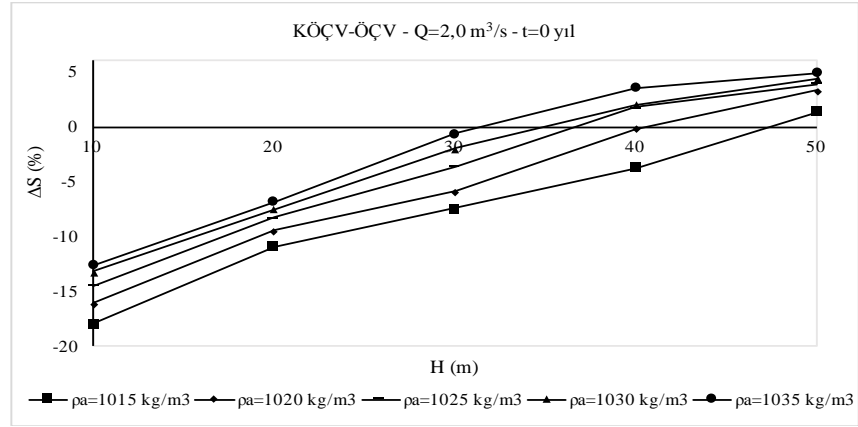
Tablo 4.15 ve Tablo 4.16' dan yararlanılarak, KÖÇV-KKB seyrelmelerindeki yüzdesel değişimler alıcı ortam yoğunluğuna ve deşarj derinliğine bağlı olarak t=30 yıl için ve t=0 yıl için Şekil 4.29' da verilmiştir. Yine aynı şekilde Tablo 4.15 ve Tablo 4.16' dan yararlanılarak, KÖÇV-ÖÇV seyrelmelerindeki yüzdesel değişimler alıcı ortam yoğunluğuna ve deşarj derinliğine bağlı olarak t=30 yıl için ve t=0 yıl için Şekil 4.30' da verilmiştir.

a) $t=30 \text{ yıl}$ durumub) $t=0 \text{ yıl}$ durumu

Şekil 4.29: $Q=2,0 \text{ m}^3/\text{s}$ için KÖÇV ve KKB durumlarının derinlik ve yoğunluğa bağlı seyrelme farklarının yüzdesel değişimleri.

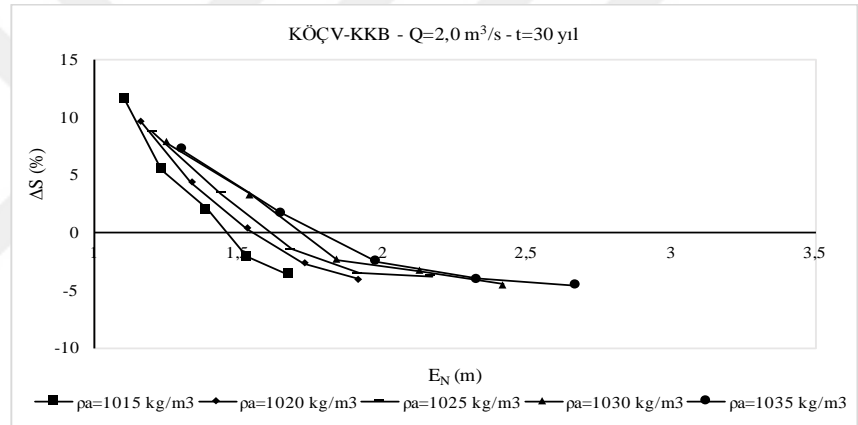
a) $t=30 \text{ yıl}$ durumu

Şekil 4.30: $Q=2,0 \text{ m}^3/\text{s}$ için KÖÇV ve ÖÇV durumlarının derinlik ve yoğunluğa bağlı seyrelme farklarının yüzdesel değişimleri.

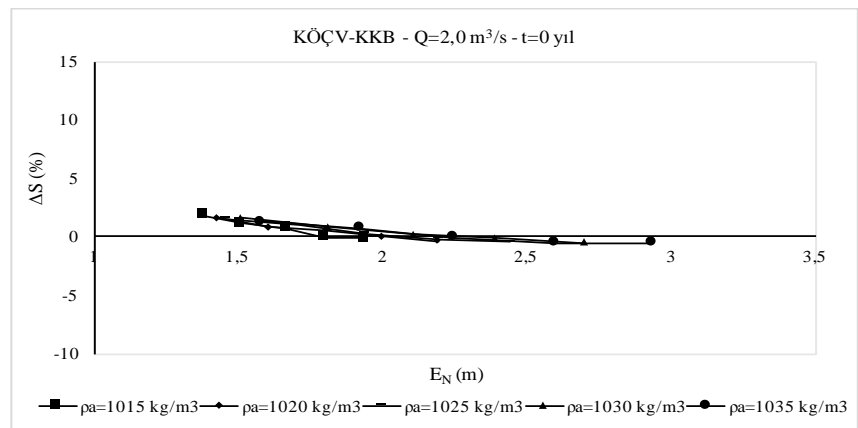


b) $t=0$ yıl durumu

Şekil 4.30 (devam): $Q=2,0 \text{ m}^3/\text{s}$ için KÖÇV ve ÖÇV durumlarının derinlik ve yoğunluğa bağlı seyrelme farklarının yüzdesel değişimleri.

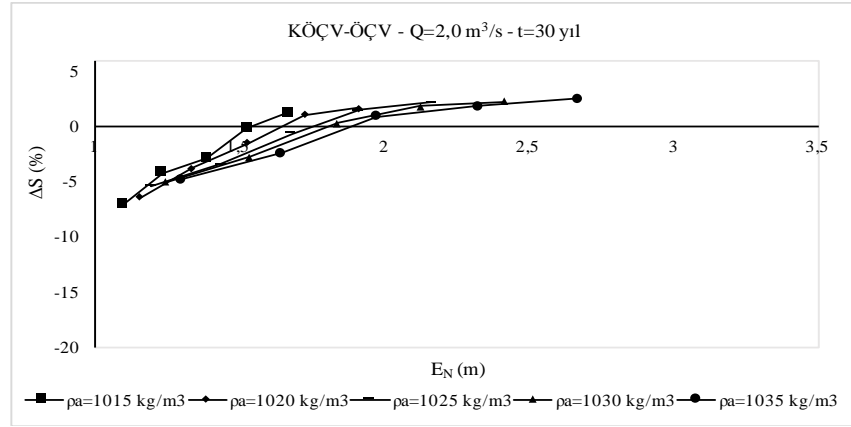


a) $t=30$ yıl durumu

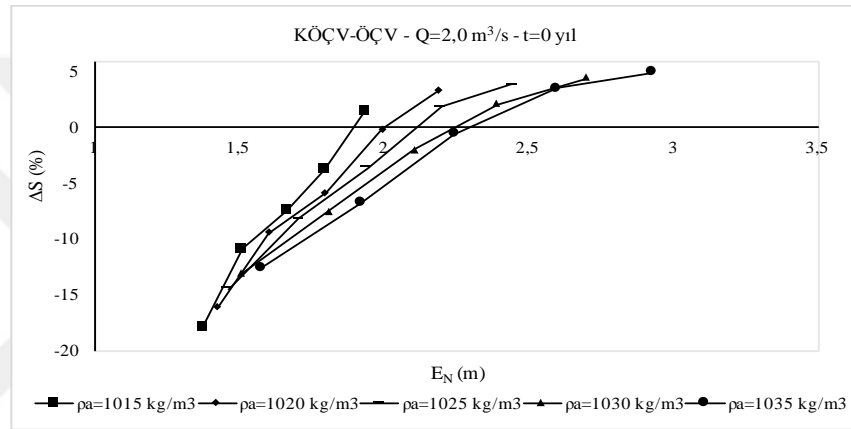


b) $t=0$ yıl durumu

Şekil 4.31: $Q=2,0 \text{ m}^3/\text{s}$ için KÖÇV ve KKB durumlarının yoğunluk ve enerjiye bağlı seyrelme farklarının yüzdesel değişimleri.



a) t=30 yıl durumu



b) t=0 yıl durumları

Şekil 4.32: Q=2,0 m³/s için KÖÇV ve ÖÇV durumlarının derinlik ve yoğunluğa bağlı seyrelme farklarının yüzdesel değişimleri.

Tablo 4.15 ve Tablo 4.16' dan yararlanılarak, KÖÇV-KKB seyrelmelerindeki yüzdesel değişimler alıcı ortam yoğunluğuna ve enerjiye bağlı olarak t=30 yıl için ve t=0 yıl için Şekil 4.31' de verilmiştir. Yine Tablo 4.15 ve Tablo 4.16' dan yararlanılarak, KÖÇV-ÖÇV seyrelmelerindeki yüzdesel değişimler alıcı ortam yoğunluğuna ve enerjiye bağlı olarak t=30 yıl için ve t=0 yıl için Şekil 4.32' de verilmiştir.

4.1.5. $Q_{30}= 2,5 \text{ m}^3/\text{s}$ Kapasiteli DÇY' de KÖÇV Kullanımının Birinci Seyrelme Üzerindeki Etkileri

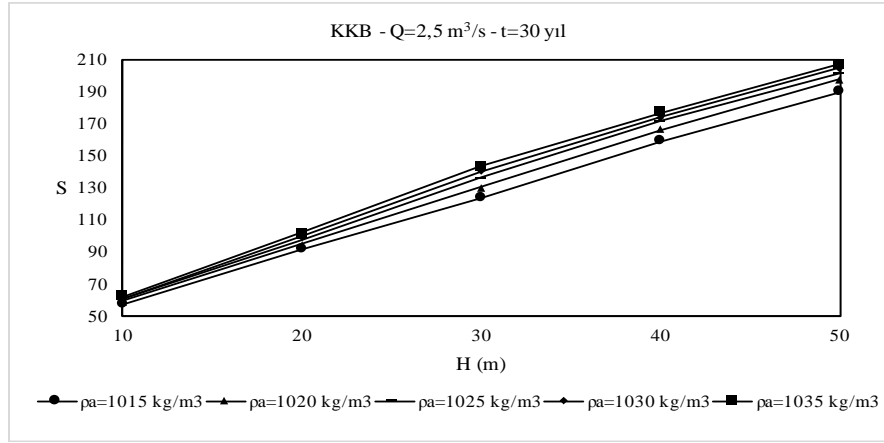
4.1.5.1. $t=30 \text{ yıl}$

$t=30$ yıl için, $Q=2,5 \text{ m}^3/\text{s}$ debi kapasiteli, $\rho_a=1015-1035 \text{ kg/m}^3$ aralığında alıcı ortam yoğunluklarında, $H=10-50 \text{ m}$ aralığında deşarj derinliklerinde 25 adet KKB' li, 25 adet ÖÇV' li, 25 adet KÖÇV' li yayıcı tasarımı yapılmış ve parametre değerleri Tablo 4.17' de özetlenmiştir.

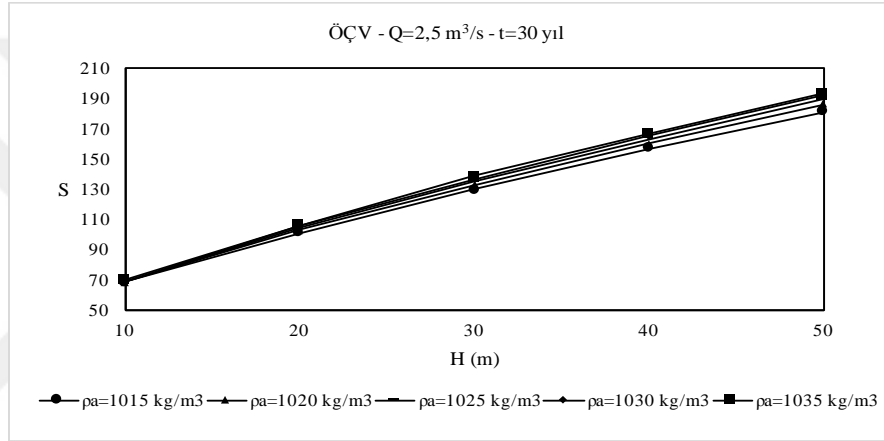
Tablo 4.17: $Q=2,5 \text{ m}^3/\text{s}$ debi kapasiteli KKB, ÖÇV ve KÖÇV' li yayıcıların $t=30$ yıldaki parametrelerinin özeti.

Delik Tipi:				KKB			ÖÇV				KÖÇV							
Yayıcı No	E_N (m)	H (m)	ρ_a (kg/m ³)	u (m/s)	N	S	u_j (m/s)	N_0	N_{0A}	S	u (m/s)	u_j (m/s)	N_{TA}	N_D	N_0	N_{0A}	S	T (%)
Y101	1,12	10	1015	3,23	44	57,46	6,35	44	35	68,92	3,41	6,37	37	15	29	22	64,07	34,09
Y102	1,25	20	1015	3,44	42	91,70	6,75	42	32	100,97	3,60	6,76	35	14	28	21	96,67	33,33
Y103	1,40	30	1015	3,66	39	123,52	7,16	39	31	130,05	3,81	7,19	33	14	25	19	126,09	35,90
Y104	1,54	40	1015	3,86	37	159,33	7,53	37	29	157,00	4,00	7,53	32	13	24	19	156,32	35,14
Y105	1,69	50	1015	4,06	35	190,41	7,89	35	28	181,43	4,19	7,90	30	12	23	18	183,75	34,29
Y106	1,17	10	1020	3,31	43	58,89	6,51	43	34	68,98	3,49	6,55	36	15	28	21	64,54	34,88
Y107	1,35	20	1020	3,60	40	94,90	7,04	40	31	102,92	3,75	7,04	34	14	26	20	99,00	35,00
Y108	1,54	30	1020	3,87	37	130,42	7,54	37	29	133,20	4,00	7,55	31	13	24	18	130,97	35,14
Y109	1,74	40	1020	4,13	35	166,47	8,03	35	27	160,63	4,25	8,03	30	12	23	18	162,06	34,29
Y110	1,92	50	1020	4,36	33	197,56	8,45	33	26	186,87	4,47	8,45	28	12	21	16	190,00	36,36
Y111	1,21	10	1025	3,38	42	60,11	6,63	42	33	69,25	3,55	6,65	36	14	28	22	65,41	33,33
Y112	1,45	20	1025	3,74	38	97,45	7,29	38	30	104,63	3,88	7,32	32	13	25	19	101,08	34,21
Y113	1,70	30	1025	4,07	35	136,16	7,91	35	28	135,30	4,20	7,92	30	12	23	18	134,42	34,29
Y114	1,93	40	1025	4,36	33	171,74	8,46	33	26	163,42	4,47	8,46	28	12	21	16	165,70	36,36
Y115	2,18	50	1025	4,65	31	201,51	9,01	31	24	189,86	4,76	9,01	26	11	20	15	193,93	35,48
Y116	1,26	10	1030	3,46	41	61,24	6,78	41	32	69,64	3,62	6,80	35	14	27	21	65,95	34,15
Y117	1,55	20	1030	3,88	37	99,52	7,56	37	29	105,72	4,01	7,57	31	13	24	18	102,54	35,14
Y118	1,85	30	1030	4,26	34	140,46	8,28	34	26	137,20	4,39	8,30	29	12	22	17	136,97	35,29
Y119	2,14	40	1030	4,60	31	174,22	8,91	31	24	165,81	4,71	8,92	27	11	20	16	168,33	35,48
Y120	2,43	50	1030	4,92	29	204,96	9,51	29	23	192,20	5,02	9,52	25	11	18	14	196,93	37,93
Y121	1,32	10	1035	3,54	40	62,19	6,92	40	32	70,08	3,70	6,95	34	14	26	20	66,48	35,00
Y122	1,66	20	1035	4,02	36	102,02	7,82	36	28	106,58	4,15	7,85	30	13	23	17	103,73	36,11
Y123	1,99	30	1035	4,43	32	143,39	8,59	32	25	138,73	4,54	8,60	28	12	20	16	139,56	37,50
Y124	2,34	40	1035	4,83	30	177,01	9,34	30	23	167,14	4,93	9,33	26	11	19	15	170,44	36,67
Y125	2,68	50	1035	5,18	28	207,32	10,00	28	22	193,80	5,28	10,01	24	10	18	14	198,87	35,71

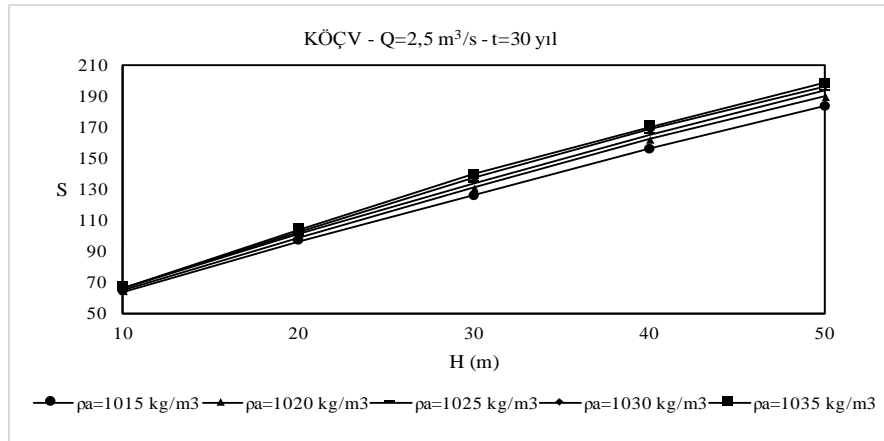
KKB, ÖÇV ve KÖÇV durumlarının alıcı ortam yoğunluğuna (ρ_a) ve deşarj derinliğine (H) bağlı seyrelme değişimleri $t=30$ yıl için ayrı grafikler halinde Şekil 4.33' de verilmiştir.



a) Dairesel delik (KKB) durumu



b) Ördek gaga çek-valf (ÖÇV) durumu

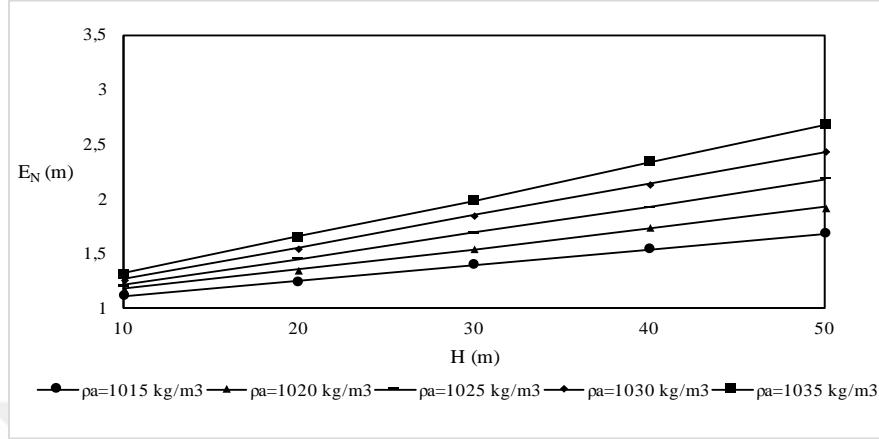


c) Kısmen ördek gaga çek-valf (KÖÇV) durumu

Şekil 4.33: $Q=2,5 \text{ m}^3/\text{s}$ için yoğunluk ve derinlik ile seyrelme değişimleri.

Alıcı ortam yoğunluğu ve deşarj derinliğine bağlı olarak yayıcının son deliğindeki enerji değişimleri (E_N) $t=30 \text{ yıl}$ için Şekil 4.34' de verilmiştir. Alıcı ortam yoğunluğu ve deşarj

derinliği arttıkça atıksuyun yayıcıdan çıkmak için ihtiyaç duyduğu enerji miktarının da arttığı belirlenmiştir.



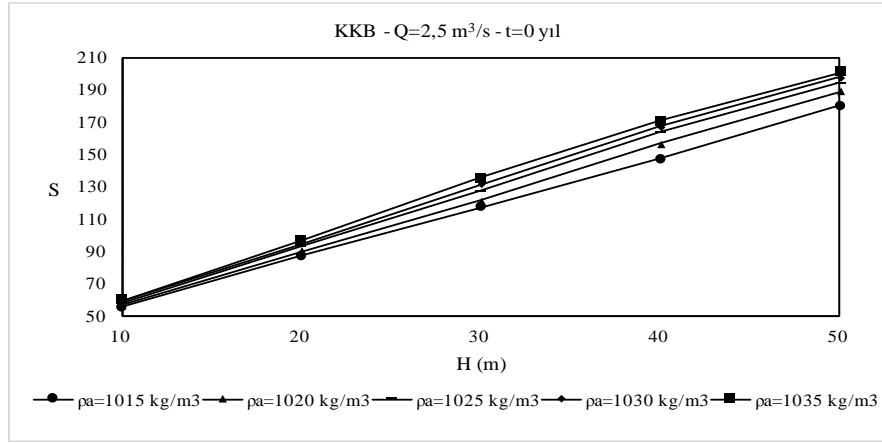
Şekil 4.34: $Q=2,5 \text{ m}^3/\text{s}$ için yoğunluk ve derinlik ile enerji değişimleri.

4.1.5.2. $t=0$ yıl

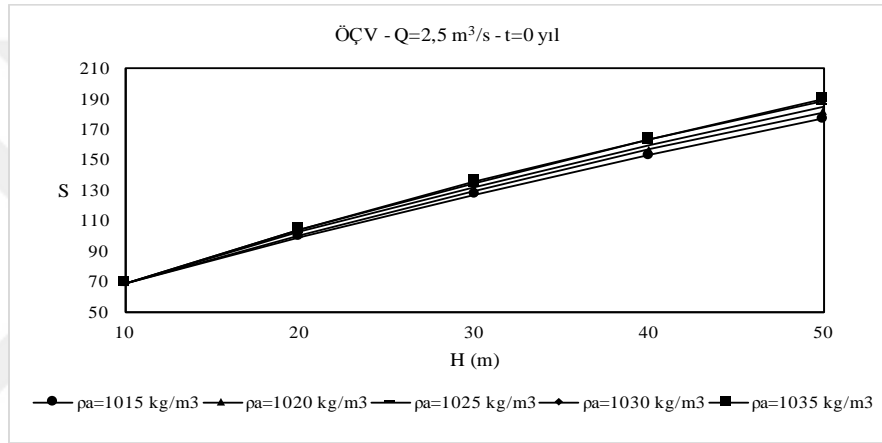
$t=30$ yıl için tasarlanan yayıcıların $t=0$ yıldaki davranışları Tablo 4.18' de özetlenmiştir.

Tablo 4.18: $Q=2,5 \text{ m}^3/\text{s}$ debi kapasiteli KKB, ÖÇV ve KÖÇV' li yayıcıların $t=0$ yıldaki parametrelerinin özeti.

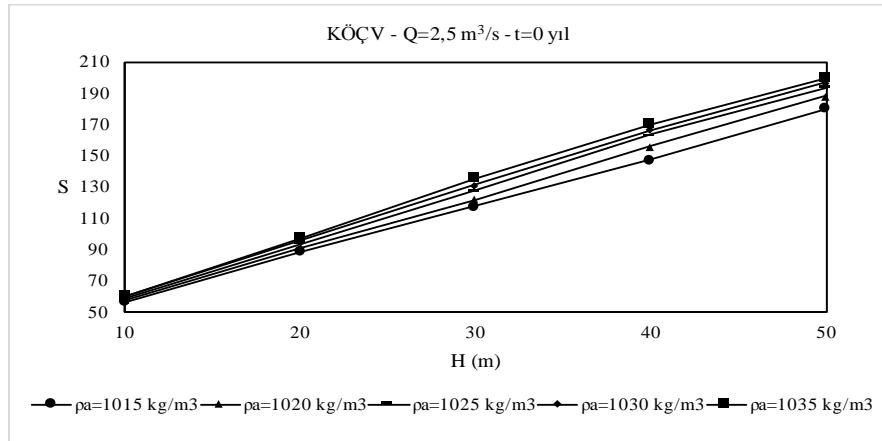
Delik Tipi:					KKB				ÖÇV				KÖÇV					
Yayıcı No	Q_0 (m ³ /s)	H (m)	ρ_a (kg/m ³)	E_N (m)	u (m/s)	N	N_A	S	u_j (m/s)	N_0	N_{0A}	S	u (m/s)	u_j (m/s)	N_K	N_D	N_{0A}	S
Y101	1,029	10	1015	1,37	3,77	44	16	55,85	7,23	44	13	69,36	3,77	7,23	44	15	1	56,70
Y102	1,029	20	1015	1,51	3,96	42	15	87,53	7,59	42	12	99,34	3,96	7,59	42	14	1	88,48
Y103	1,029	30	1015	1,66	4,14	39	15	117,07	7,94	39	12	127,19	4,15	7,94	39	14	1	117,74
Y104	1,029	40	1015	1,80	4,32	37	14	147,29	8,26	37	11	153,03	4,32	8,27	37	13	1	147,70
Y105	1,029	50	1015	1,94	4,49	35	13	180,15	8,59	35	11	177,37	4,49	8,59	35	12	1	179,94
Y106	1,029	10	1020	1,43	3,84	43	16	56,98	7,37	43	13	69,03	3,85	7,37	43	15	1	57,82
Y107	1,029	20	1020	1,61	4,09	40	15	90,37	7,83	40	12	100,82	4,09	7,84	40	14	1	91,08
Y108	1,029	30	1020	1,80	4,32	37	14	121,63	8,27	37	11	130,05	4,32	8,27	37	13	1	122,11
Y109	1,029	40	1020	2,00	4,56	35	13	156,62	8,72	35	11	157,00	4,56	8,72	35	12	1	156,09
Y110	1,029	50	1020	2,18	4,76	33	13	188,81	9,10	33	10	181,54	4,76	9,10	33	12	1	188,18
Y111	1,029	10	1025	1,47	3,90	42	15	58,11	7,47	42	12	68,98	3,90	7,47	42	14	1	58,84
Y112	1,029	20	1025	1,70	4,20	38	14	93,11	8,05	38	11	102,45	4,20	8,05	38	13	1	93,76
Y113	1,029	30	1025	1,95	4,50	35	13	127,10	8,61	35	11	132,25	4,50	8,61	35	12	1	127,63
Y114	1,029	40	1025	2,19	4,76	33	13	163,92	9,11	33	10	159,86	4,77	9,11	33	12	1	163,60
Y115	1,029	50	1025	2,44	5,03	31	12	194,20	9,62	31	10	185,48	5,04	9,62	31	11	1	193,47
Y116	1,029	10	1030	1,51	3,96	41	15	59,02	7,59	41	12	69,14	3,96	7,59	41	14	1	59,70
Y117	1,029	20	1030	1,81	4,33	37	14	95,21	8,30	37	11	103,77	4,33	8,30	37	13	1	95,78
Y118	1,029	30	1030	2,12	4,69	34	13	131,21	8,97	34	10	134,34	4,69	8,97	34	12	1	131,45
Y119	1,029	40	1030	2,39	4,98	31	12	167,15	9,53	31	10	163,38	4,98	9,53	31	11	1	166,84
Y120	1,029	50	1030	2,68	5,28	29	12	197,90	10,08	29	9	188,36	5,28	10,08	29	11	1	197,10
Y121	1,029	10	1035	1,57	4,03	40	15	59,85	7,72	40	12	69,36	4,03	7,72	40	14	1	60,48
Y122	1,029	20	1035	1,92	4,47	36	14	96,65	8,55	36	11	104,79	4,47	8,55	36	13	1	97,23
Y123	1,029	30	1035	2,24	4,82	32	13	135,57	9,22	32	10	135,96	4,82	9,22	32	12	1	135,48
Y124	1,029	40	1035	2,60	5,20	30	12	170,54	9,93	30	9	163,71	5,20	9,94	30	11	1	169,97
Y125	1,029	50	1035	2,95	5,53	28	11	200,84	10,57	28	9	190,07	5,53	10,57	28	10	1	199,63



a) KKB durumu



b) ÖÇV durumu

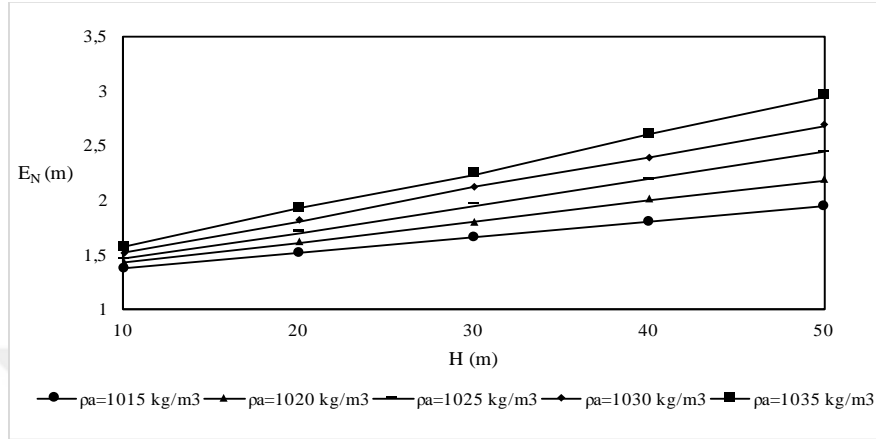


c) KÖÇV durumu

Şekil 4.35: $Q=2,5 \text{ m}^3/\text{s}$ için yoğunluk ve derinlik ile seyrelme değişimleri.

KKB, ÖÇV ve KÖÇV durumlarının alıcı ortam yoğunluğuna ve deşarj derinliğine bağlı seyrelme değişimleri $t=0$ yıl için ayrı grafikler halinde Şekil 4.36' da verilmiştir. Alıcı ortam yoğunluğu ve deşarj derinliğine bağlı olarak yayıcının son deliğindeki enerji

değişimleri (E_N) $t=0$ yılı için Şekil 4.37’ de verilmiştir. Alıcı ortam yoğunluğu ve deşarj derinliği arttıkça atıksuyun yayıcıdan çıkmak için ihtiyaç duyduğu enerji miktarının da arttığı belirlenmiştir.



Şekil 4.36: $Q=2,5 \text{ m}^3/\text{s}$ için yoğunluk ve derinlik ile enerji değişimleri.

4.1.5.3. $t=30$ yıl ve $t=0$ yıl Seyrelme Farklarının Karşılaştırılması

Tablo 4.19: $Q=2,5 \text{ m}^3/\text{s}$ debi kapasiteli KKB, ÖÇV ve KÖÇV’ li yayıcıların $t=30$ yıldaki seyrelme farkları.

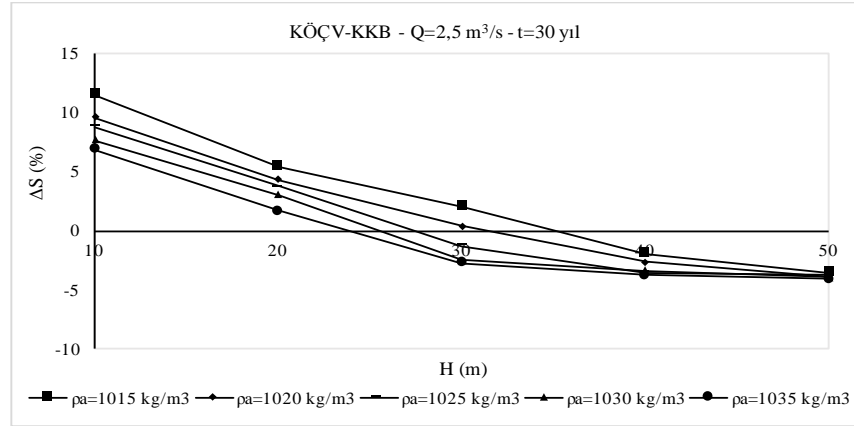
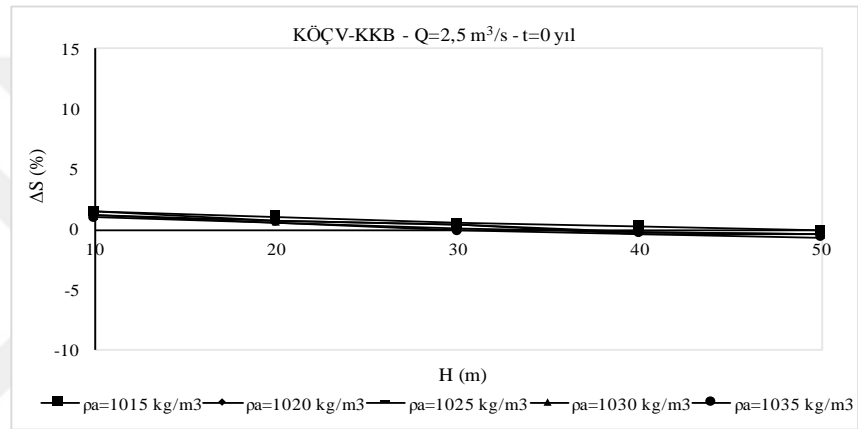
Delik Tipi:				KKB		ÖÇV		KÖÇV				KÖÇV-KKB		KÖÇV-ÖÇV	
Yayıcı No	Q (m^3/s)	H (m)	ρ_a (kg/m^3)	N	S	$N_{\text{ÖA}}$	S	N_{TA}	N_{D}	$N_{\text{ÖA}}$	S	ΔS	ΔS (%)	ΔS	ΔS (%)
Y101	2,5	10	1015	44	57,46	35	68,92	37	15	22	64,07	6,61	11,50	-4,85	-7,04
Y102	2,5	20	1015	42	91,70	32	100,97	35	14	21	96,67	4,97	5,42	-4,30	-4,26
Y103	2,5	30	1015	39	123,52	31	130,05	33	14	19	126,09	2,57	2,08	-3,96	-3,04
Y104	2,5	40	1015	37	159,33	29	157,00	32	13	19	156,32	-3,00	-1,88	-0,67	-0,43
Y105	2,5	50	1015	35	190,41	28	181,43	30	12	18	183,75	-6,67	-3,50	2,31	1,27
Y106	2,5	10	1020	43	58,89	34	68,98	36	15	21	64,54	5,65	9,59	-4,44	-6,43
Y107	2,5	20	1020	40	94,90	31	102,92	34	14	20	99,00	4,11	4,33	-3,92	-3,81
Y108	2,5	30	1020	37	130,42	29	133,20	31	13	18	130,97	0,55	0,42	-2,23	-1,67
Y109	2,5	40	1020	35	166,47	27	160,63	30	12	18	162,06	-4,41	-2,65	1,43	0,89
Y110	2,5	50	1020	33	197,56	26	186,87	28	12	16	190,00	-7,56	-3,83	3,13	1,67
Y111	2,5	10	1025	42	60,11	33	69,25	36	14	22	65,41	5,30	8,82	-3,84	-5,55
Y112	2,5	20	1025	38	97,45	30	104,63	32	13	19	101,08	3,63	3,73	-3,55	-3,39
Y113	2,5	30	1025	35	136,16	28	135,30	30	12	18	134,42	-1,74	-1,28	-0,88	-0,65
Y114	2,5	40	1025	33	171,74	26	163,42	28	12	16	165,70	-6,04	-3,52	2,27	1,39
Y115	2,5	50	1025	31	201,51	24	189,86	26	11	15	193,93	-7,58	-3,76	4,08	2,15
Y116	2,5	10	1030	41	61,24	32	69,64	35	14	21	65,95	4,71	7,69	-3,69	-5,30
Y117	2,5	20	1030	37	99,52	29	105,72	31	13	18	102,54	3,02	3,03	-3,18	-3,01
Y118	2,5	30	1030	34	140,46	26	137,20	29	12	17	136,97	-3,48	-2,48	-0,23	-0,17
Y119	2,5	40	1030	31	174,22	24	165,81	27	11	16	168,33	-5,90	-3,38	2,52	1,52
Y120	2,5	50	1030	29	204,96	23	192,20	25	11	14	196,93	-8,03	-3,92	4,73	2,46
Y121	2,5	10	1035	40	62,19	32	70,08	34	14	20	66,48	4,28	6,89	-3,60	-5,14
Y122	2,5	20	1035	36	102,02	28	106,58	30	13	17	103,73	1,70	1,67	-2,85	-2,68
Y123	2,5	30	1035	32	143,39	25	138,73	28	12	16	139,56	-3,83	-2,67	0,83	0,60
Y124	2,5	40	1035	30	177,01	23	167,14	26	11	15	170,44	-6,57	-3,71	3,30	1,97
Y125	2,5	50	1035	28	207,32	22	193,80	24	10	14	198,87	-8,45	-4,07	5,07	2,62

KÖÇV-KKB ve KÖÇV-ÖÇV seyrelme farkları, seyrelme farklarının yüzdesel değerleri ve diğer parametreler t=30 yıl için Tablo 4.19' da ve t=0 yıl için Tablo 4.20' de özetlenmiştir.

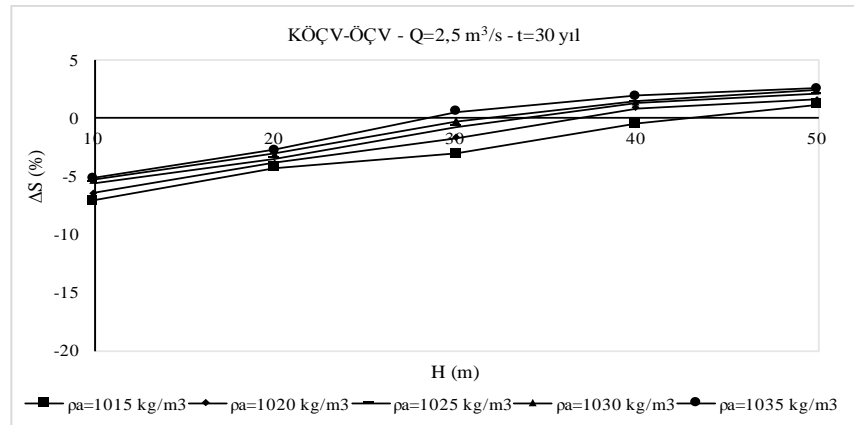
Tablo 4.20: Q=2,5 m³/s debi kapasiteli KKB, ÖÇV ve KÖÇV' li yayıcıların t=0 yıldaki seyrelme farkları.

Delik Tipi:				KKB		ÖÇV		KÖÇV				KÖÇV-KKB		KÖÇV-ÖÇV	
Yayıcı No	Q ₀ (m ³ /s)	H (m)	ρ _a (kg/m ³)	N _A	S	N _{ÖA}	S	N _{TA}	N _D	N _{ÖA}	S	ΔS (%)	ΔS (%)	ΔS (%)	ΔS (%)
Y101	1,029	10	1015	16	55,85	13	69,36	16	15	1	56,70	0,84	1,51	-12,66	-18,26
Y102	1,029	20	1015	15	87,53	12	99,34	15	14	1	88,48	0,96	1,10	-10,85	-10,92
Y103	1,029	30	1015	15	117,07	12	127,19	15	14	1	117,74	0,67	0,58	-9,45	-7,43
Y104	1,029	40	1015	14	147,29	11	153,03	14	13	1	147,70	0,41	0,28	-5,33	-3,48
Y105	1,029	50	1015	13	180,15	11	177,37	13	12	1	179,94	-0,21	-0,12	2,56	1,45
Y106	1,029	10	1020	16	56,98	13	69,03	16	15	1	57,82	0,83	1,46	-11,21	-16,25
Y107	1,029	20	1020	15	90,37	12	100,82	15	14	1	91,08	0,70	0,78	-9,74	-9,66
Y108	1,029	30	1020	14	121,63	11	130,05	14	13	1	122,11	0,48	0,40	-7,94	-6,11
Y109	1,029	40	1020	13	156,62	11	157,00	13	12	1	156,09	-0,53	-0,34	-0,90	-0,58
Y110	1,029	50	1020	13	188,81	10	181,54	13	12	1	188,18	-0,64	-0,34	6,64	3,66
Y111	1,029	10	1025	15	58,11	12	68,98	15	14	1	58,84	0,72	1,25	-10,14	-14,70
Y112	1,029	20	1025	14	93,11	11	102,45	14	13	1	93,76	0,65	0,70	-8,70	-8,49
Y113	1,029	30	1025	13	127,10	11	132,25	13	12	1	127,63	0,53	0,42	-4,61	-3,49
Y114	1,029	40	1025	13	163,92	10	159,86	13	12	1	163,60	-0,31	-0,19	3,74	2,34
Y115	1,029	50	1025	12	194,20	10	185,48	12	11	1	193,47	-0,73	-0,37	7,99	4,31
Y116	1,029	10	1030	15	59,02	12	69,14	15	14	1	59,70	0,67	1,14	-9,44	-13,66
Y117	1,029	20	1030	14	95,21	11	103,77	14	13	1	95,78	0,56	0,59	-8,00	-7,71
Y118	1,029	30	1030	13	131,21	10	134,34	13	12	1	131,45	0,24	0,18	-2,90	-2,16
Y119	1,029	40	1030	12	167,15	10	163,38	12	11	1	166,84	-0,31	-0,19	3,45	2,11
Y120	1,029	50	1030	12	197,90	9	188,36	12	11	1	197,10	-0,79	-0,40	8,74	4,64
Y121	1,029	10	1035	15	59,85	12	69,36	15	14	1	60,48	0,63	1,06	-8,88	-12,80
Y122	1,029	20	1035	14	96,65	11	104,79	14	13	1	97,23	0,58	0,60	-7,55	-7,21
Y123	1,029	30	1035	13	135,57	10	135,96	13	12	1	135,48	-0,09	-0,07	-0,48	-0,36
Y124	1,029	40	1035	12	170,54	9	163,71	12	11	1	169,97	-0,57	-0,33	6,26	3,82
Y125	1,029	50	1035	11	200,84	9	190,07	11	10	1	199,63	-1,21	-0,60	9,56	5,03

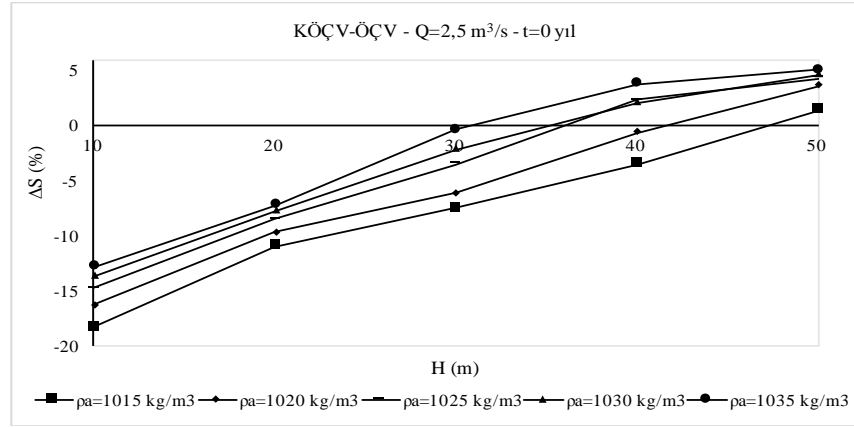
Tablo 4.19 ve Tablo 4.20' den yararlanılarak, KÖÇV-KKB seyrelmelerindeki yüzdesel değişimler alıcı ortam yoğunluğuna ve deşarj derinliğine bağlı olarak t=30 yıl için ve t=0 yıl için Şekil 4.37' de verilmiştir. Yine aynı şekilde Tablo 4.19 ve Tablo 4.20' den yararlanılarak, KÖÇV-ÖÇV seyrelmelerindeki yüzdesel değişimler alıcı ortam yoğunluğuna ve deşarj derinliğine bağlı olarak t=30 yıl için ve t=0 yıl için Şekil 4.38' de verilmiştir.

a) $t=30 \text{ yıl}$ durumub) $t=0 \text{ yıl}$ durumu

Şekil 4.37: $Q=2,5 \text{ m}^3/\text{s}$ için KÖÇV ve KKB durumlarının derinlik ve yoğunluğa bağlı seyrelme farklarının yüzdesel değişimleri.

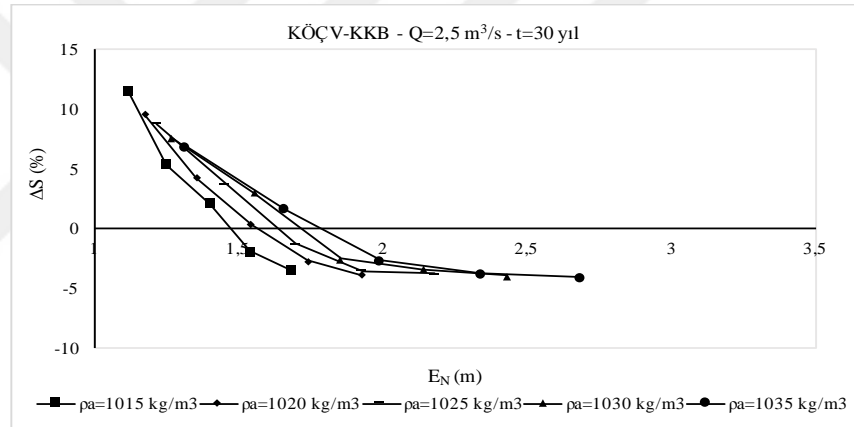
a) $t=30 \text{ yıl}$ durumu

Şekil 4.38: $Q=2,5 \text{ m}^3/\text{s}$ için KÖÇV ve ÖÇV durumlarının derinlik ve yoğunluğa bağlı seyrelme farklarının yüzdesel değişimleri.

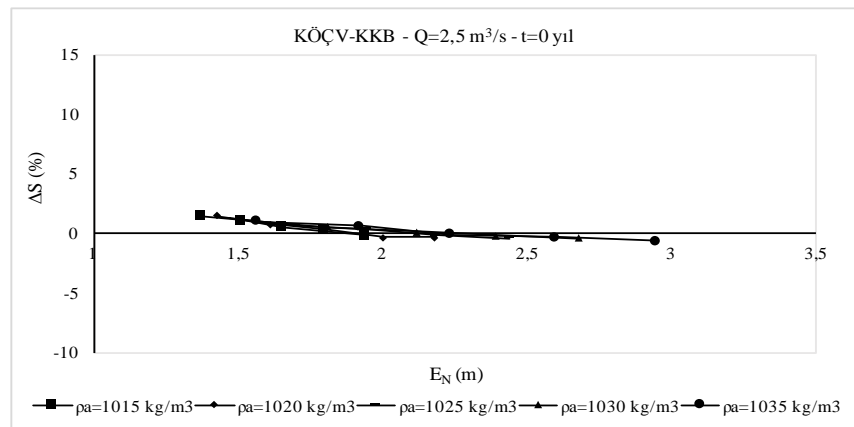


b) $t=0$ yıl durumu

Şekil 4.38 (devam): $Q=2,5 \text{ m}^3/\text{s}$ için KÖÇV ve ÖÇV durumlarının derinlik ve yoğunluğa bağlı seyrelme farklarının yüzdesel değişimleri.

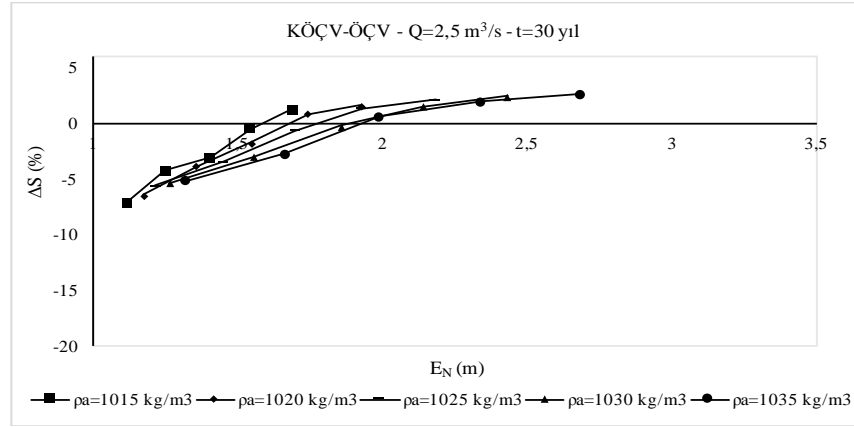
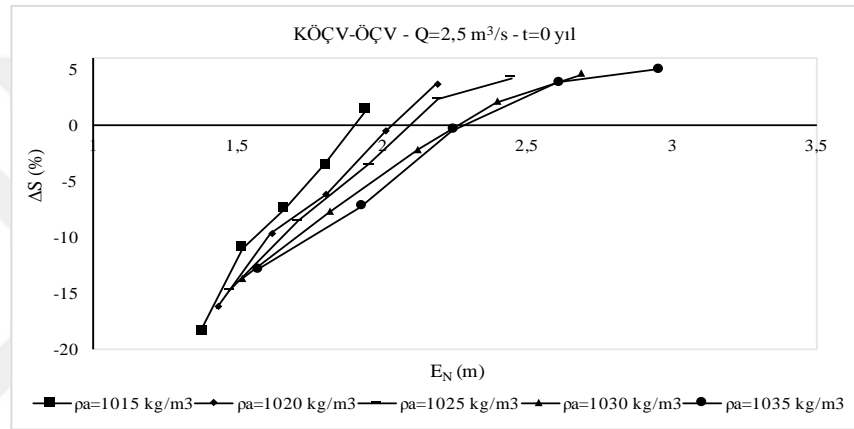


a) $t=30$ yıl durumu



b) $t=0$ yıl durumu

Şekil 4.39: $Q=2,5 \text{ m}^3/\text{s}$ için KÖÇV ve KKB durumlarının yoğunluk ve enerjiye bağlı seyrelme farklarının yüzdesel değişimleri.

a) $t=30$ yıl durumub) $t=0$ yıl durumu

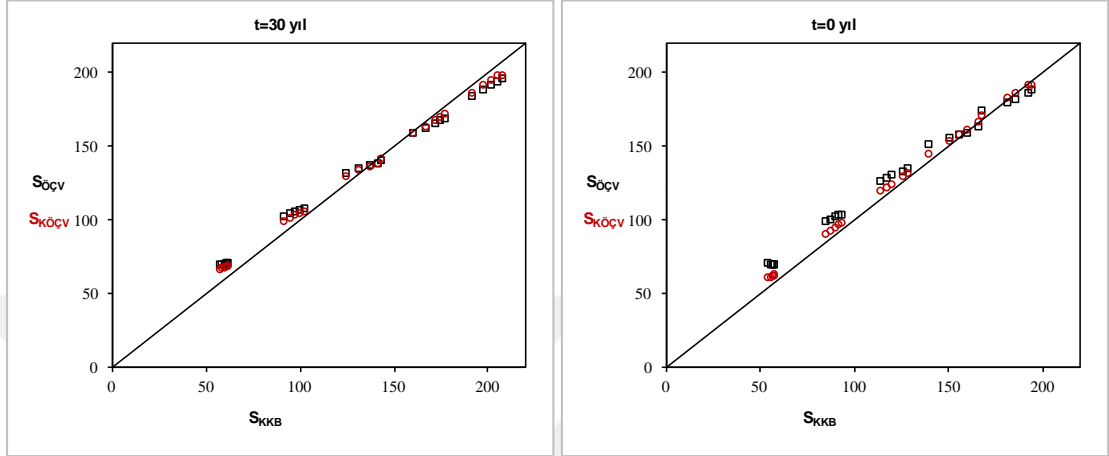
Şekil 4.40: $Q=2,0 \text{ m}^3/\text{s}$ için KÖÇV ve ÖÇV durumlarının derinlik ve yoğunluğa bağlı seyrelme farklarının yüzdesel değişimleri.

Tablo 4.19 ve Tablo 4.20' den yararlanılarak, KÖÇV-KKB seyrelmelerindeki yüzdesel değişimler alıcı ortam yoğunluğuna ve enerjiye bağlı olarak $t=30$ yıl için ve $t=0$ yıl için Şekil 4.39' da verilmiştir. Yine Tablo 4.19 ve Tablo 4.20' den yararlanılarak, KÖÇV-ÖÇV seyrelmelerindeki yüzdesel değişimler alıcı ortam yoğunluğuna ve enerjiye bağlı olarak $t=30$ yıl için ve $t=0$ yıl için Şekil 4.40' da verilmiştir.

4.2. SEYRELME DEĞERLERİNİN KARŞILAŞTIRILMASI

4.2.1. KKB, ÖÇV ve KÖÇV Seyrelme Değerlerinin Karşılaştırılması

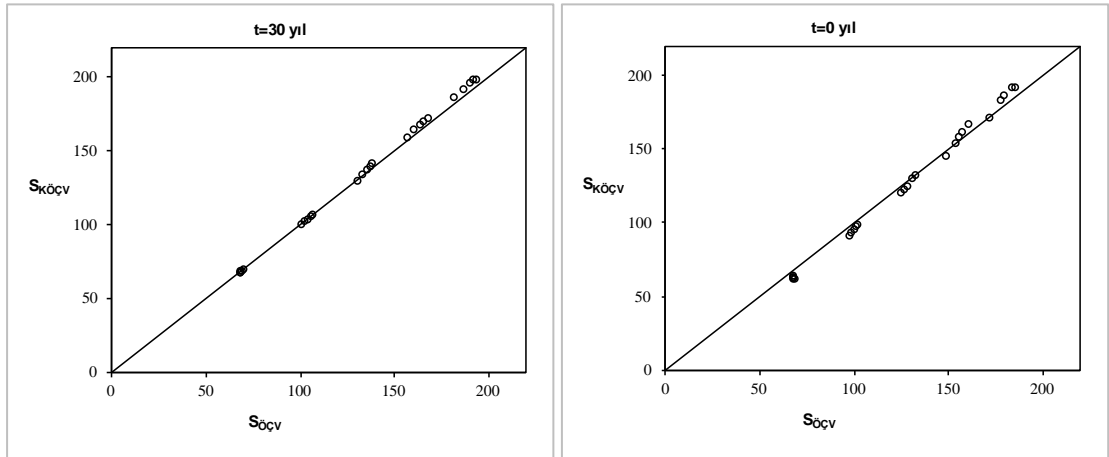
4.2.1.1. $Q=0,5 \text{ m}^3/\text{s}$ Kapasiteli Yayıcıların Seyrelme Değerlerinin Karşılaştırılması



a) t=30 yıl

b) t=0 yıl

Şekil 4.41: $Q=0,5 \text{ m}^3/\text{s}$ kapasiteli KKB yayıcı ile ÖÇV ve KÖÇV yayıcılarının seyrelme karşılaştırmaları.



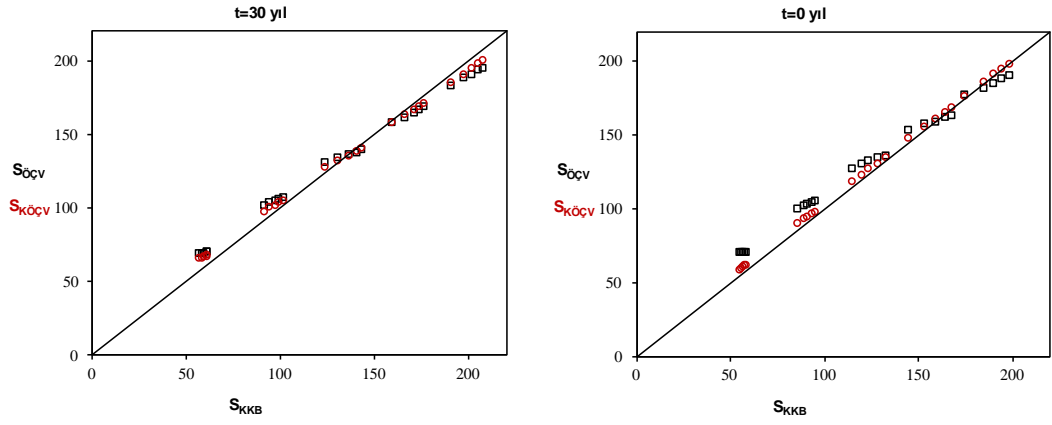
a) t=30 yıl

b) t=0 yıl

Şekil 4.42: $Q=0,5 \text{ m}^3/\text{s}$ kapasiteli ÖÇV ile KÖÇV yayıcılarının seyrelme karşılaştırmaları.

Aynı koşullardaki KKB' li yayıcı ile ÖÇV' li ve KÖÇV' li yayıcıların seyrelme karşılaştırmaları t=30 yıl ve t=0 yıl için Şekil 4.41' de gösterilmiştir. Yine aynı koşullardaki ÖÇV' li yayıcı ile KÖÇV' li yayıcıların seyrelme karşılaştırmaları t=30 yıl ve t=0 yıl için Şekil 4.42' de gösterilmiştir.

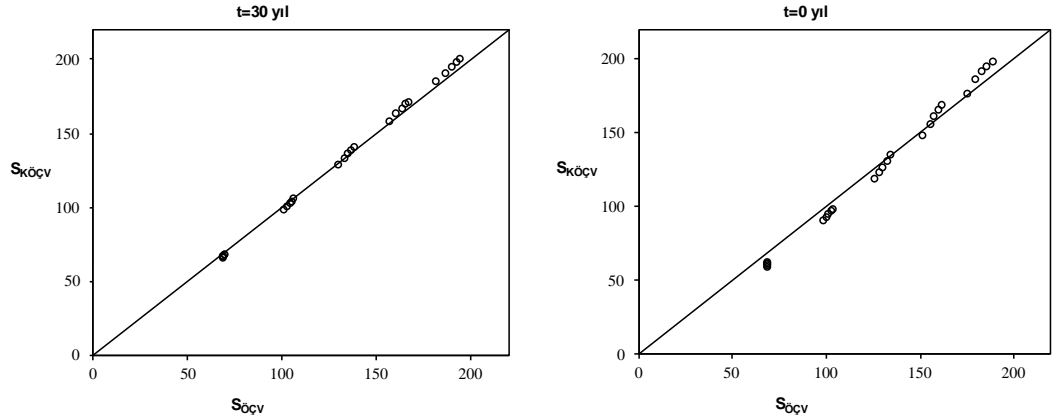
4.2.1.2. $Q=1,0 \text{ m}^3/\text{s}$ Kapasiteli Yayıcıların Seyrelme Değerlerinin Karşılaştırılması



a) t=30 yıl

b) t=0 yıl

Şekil 4.43: $Q=1,0 \text{ m}^3/\text{s}$ kapasiteli KKB yayıcı ile ÖÇV ve KÖÇV yayıcılarının seyrelme karşılaştırmaları.



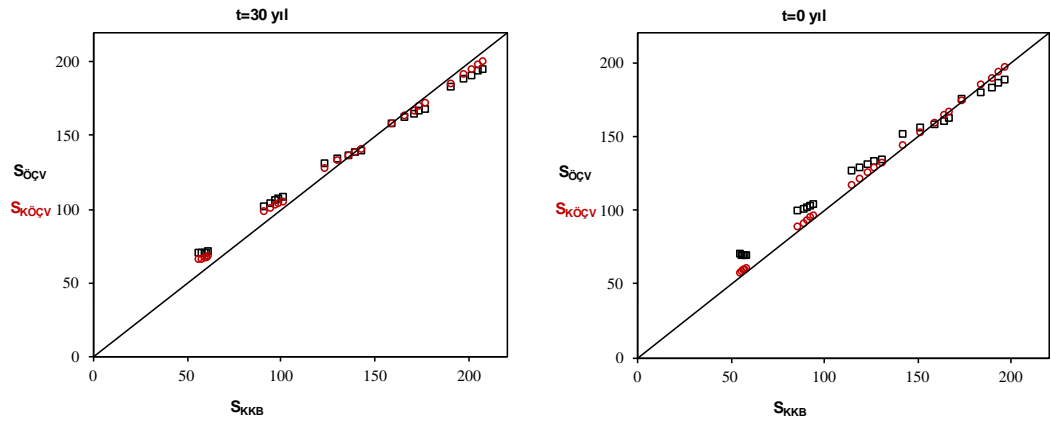
a) t=30 yıl

b) t=0 yıl

Şekil 4.44: $Q=1,0 \text{ m}^3/\text{s}$ kapasiteli ÖÇV ile KÖÇV yayıcılarının seyrelme karşılaştırmaları.

Aynı koşullardaki KKB' li yayıcı ile ÖÇV' li ve KÖÇV' li yayıcıların seyrelme karşılaştırmaları t=30 yıl ve t=0 yıl için Şekil 4.43' de gösterilmiştir. Yine aynı koşullardaki ÖÇV' li yayıcı ile KÖÇV' li yayıcıların seyrelme karşılaştırmaları t=30 yıl ve t=0 yıl için Şekil 4.44' de gösterilmiştir.

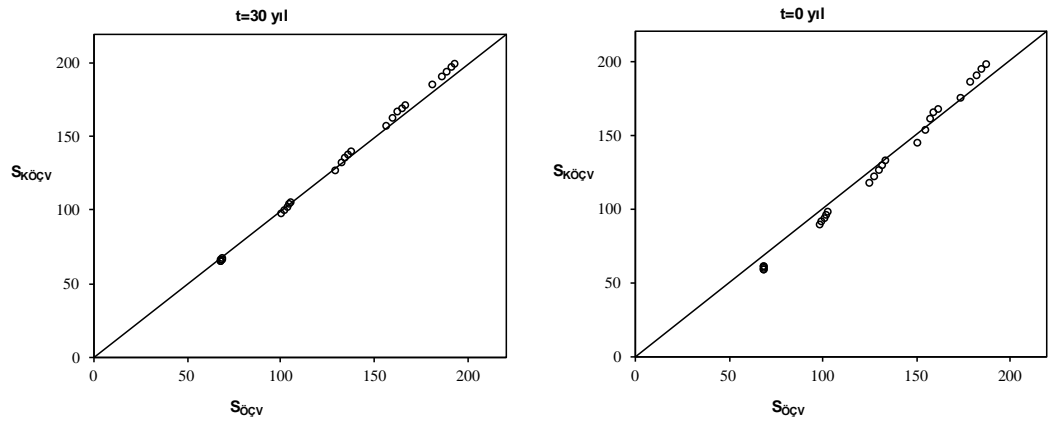
4.2.1.3. $Q=1,5 \text{ m}^3/\text{s}$ Kapasiteli Yayıcıların Seyrelme Değerlerinin Karşılaştırılması



a) t=30 yıl

b) t=0 yıl

Şekil 4.45: $Q=1,5 \text{ m}^3/\text{s}$ kapasiteli KKB yayıcı ile ÖÇV ve KÖÇV yayıcılarının seyrelme karşılaştırmaları.



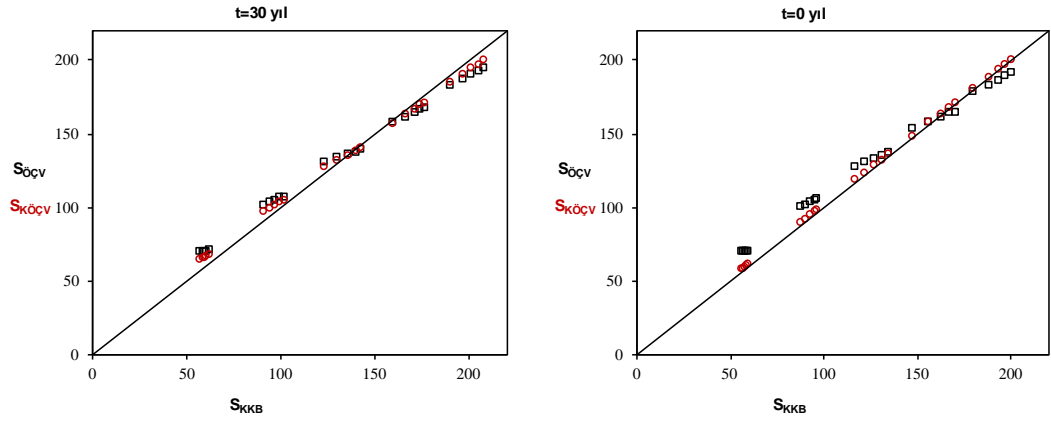
a) t=30 yıl

b) t=0 yıl

Şekil 4.46: $Q=1,5 \text{ m}^3/\text{s}$ kapasiteli ÖÇV ile KÖÇV yayıcılarının seyrelme karşılaştırmaları.

Aynı koşullardaki KKB' li yayıcı ile ÖÇV' li ve KÖÇV' li yayıcıların seyrelme karşılaştırmaları t=30 yıl ve t=0 yıl için Şekil 4.45' de gösterilmiştir. Yine aynı koşullardaki ÖÇV' li yayıcı ile KÖÇV' li yayıcıların seyrelme karşılaştırmaları t=30 yıl ve t=0 yıl için Şekil 4.46' da gösterilmiştir.

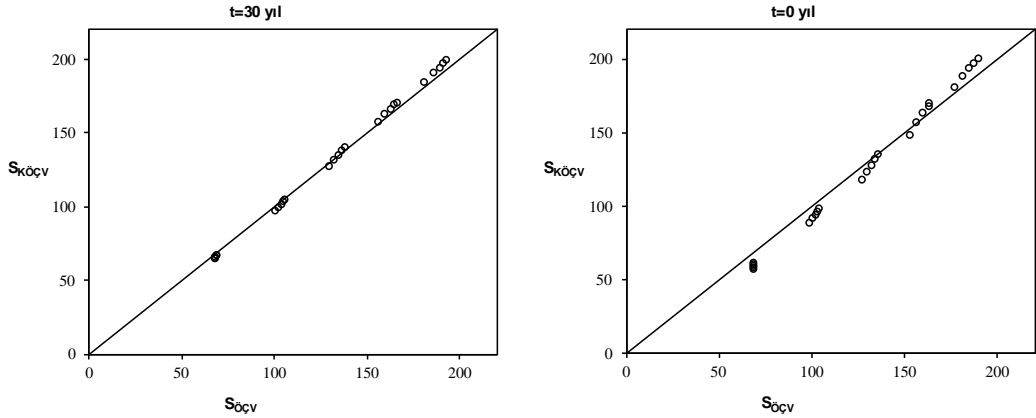
4.2.1.4. $Q=2,0 \text{ m}^3/\text{s}$ Kapasiteli Yayıcıların Seyrelme Değerlerinin Karşılaştırılması



a) t=30 yıl

b) t=0 yıl

Şekil 4.47: $Q=2,0 \text{ m}^3/\text{s}$ kapasiteli KKB yayıcı ile ÖÇV ve KÖÇV yayıcılarının seyrelme karşılaştırmaları.



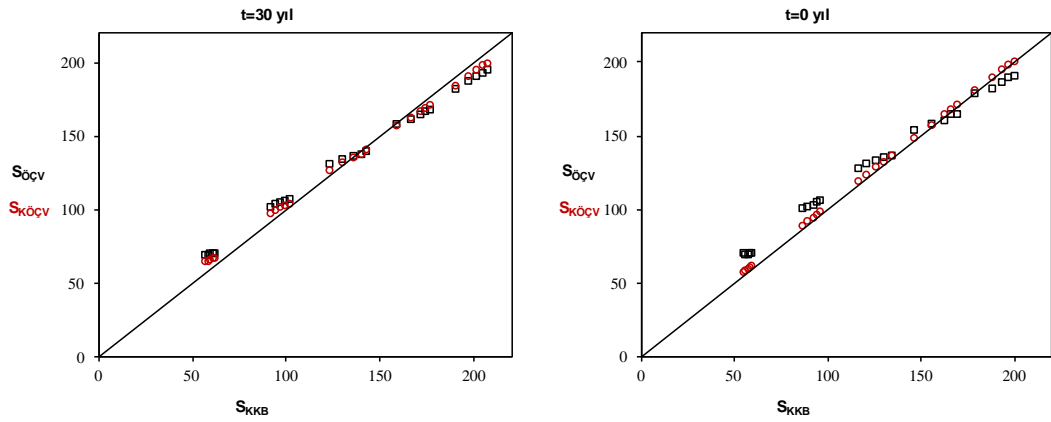
a) t=30 yıl

b) t=0 yıl

Şekil 4.48: $Q=2,0 \text{ m}^3/\text{s}$ kapasiteli ÖÇV ile KÖÇV yayıcılarının seyrelme karşılaştırmaları.

Aynı koşullardaki KKB' li yayıcı ile ÖÇV' li ve KÖÇV' li yayıcıların seyrelme karşılaştırmaları t=30 yıl ve t=0 yıl için Şekil 4.47' de gösterilmiştir. Yine aynı koşullardaki ÖÇV' li yayıcı ile KÖÇV' li yayıcıların seyrelme karşılaştırmaları t=30 yıl ve t=0 yıl için Şekil 4.48' de gösterilmiştir.

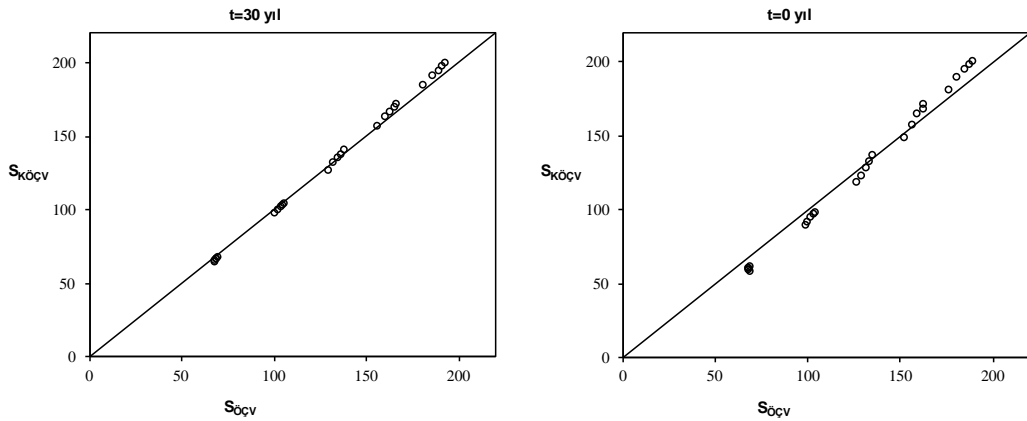
4.2.1.5. $Q=2,5 \text{ m}^3/\text{s}$ Kapasiteli Yayıcıların Seyrelme Değerlerinin Karşılaştırılması



a) t=30 yıl

b) t=0 yıl

Şekil 4.49: $Q=2,5 \text{ m}^3/\text{s}$ kapasiteli KKB yayıcı ile ÖÇV ve KÖÇV yayıcılarının seyrelme karşılaştırmaları.



a) t=30 yıl

b) t=0 yıl

Şekil 4.50: $Q=2,5 \text{ m}^3/\text{s}$ kapasiteli ÖÇV ile KÖÇV yayıcılarının seyrelme karşılaştırmaları.

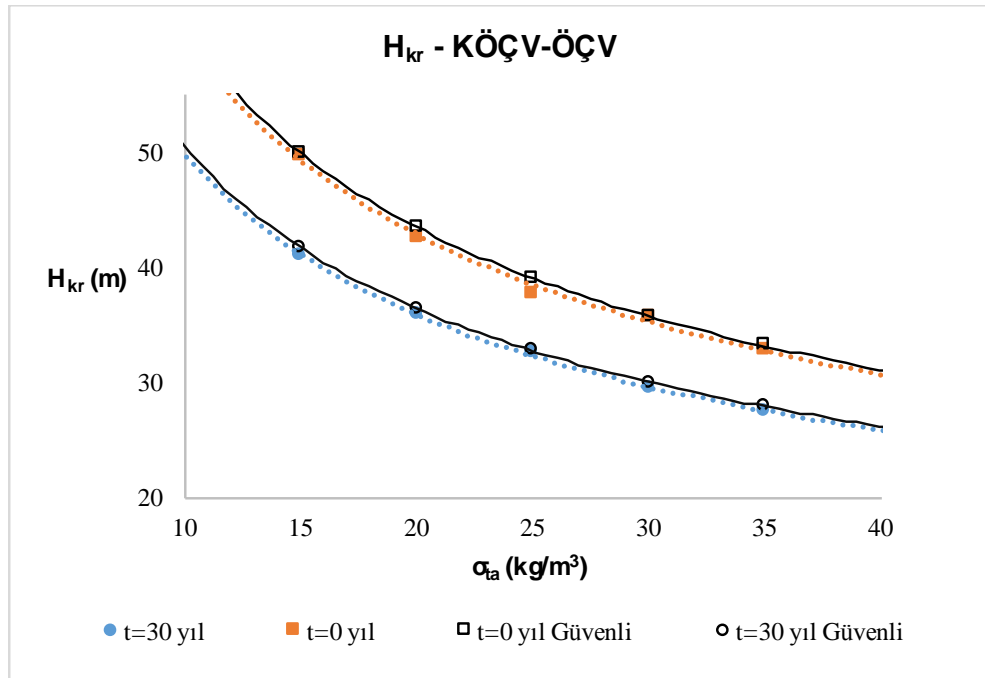
Aynı koşullardaki KKB' li yayıcı ile ÖÇV' li ve KÖÇV' li yayıcıların seyrelme karşılaştırmaları t=30 yıl ve t=0 yıl için Şekil 4.49' da gösterilmiştir. Yine aynı koşullardaki ÖÇV' li yayıcı ile KÖÇV' li yayıcıların seyrelme karşılaştırmaları t=30 yıl ve t=0 yıl için Şekil 4.50' de gösterilmiştir.

4.3. KRİTİK DEŞARJ DERİNLİĞİNİN MODELLEMESİ

Kısmen ördek gaga çek-valf (KÖÇV) ve ördek gaga çek-valf (ÖÇV) sistemlerinin alıcı ortam yoğunluğu (ρ_a) ve alıcı ortam oşinografik yoğunluğuna (σ_{ta}) bağlı olarak kullanım aralığını belirlemek amacıyla yeni tasarlanacak yayıcılar için (t=0 yıl) ve rehabilitasyonu yapılacak yayıcılar için (t=30 yıl) kritik deşarj derinliği modellemesi yapılmıştır. Yapılan model, deşarj derinliği H=10 m ile 50 m aralığında, alıcı ortam yoğunluğu $\rho_a=1015 \text{ kg/m}^3$ ile 1035 kg/m^3 aralığında ve alıcı ortam oşinografik yoğunluğu (σ_{ta}) dönüşümü ile kullanılmaktadır.

Tablo 4.21: Kritik derinlik değerleri

	Gerçek		Model		Güvenli Model	
	t=30 yıl	t=0 yıl	t=30 yıl	t=0 yıl	t=30 yıl	t=0 yıl
$\sigma_{ta} \text{ (kg/m}^3\text{)}$	$H_{kr} \text{ (m)}$	$H_{kr} \text{ (m)}$	$H_{kr} \text{ (m)}$	$H_{kr} \text{ (m)}$	$H_{kr} \text{ (m)}$	$H_{kr} \text{ (m)}$
15	41,09	49,70	41,11	49,22	41,72	49,96
20	35,86	42,68	35,88	42,85	36,42	43,49
25	32,66	37,78	32,28	38,48	32,77	39,06
30	29,43	35,75	29,62	35,24	30,06	35,77
35	27,59	32,85	27,53	32,72	27,95	33,21



Şekil 4.51: Kritik deşarj derinliğinin modelleme grafiği.

Kritik deşarj derinliğinin modellemesi Şekil 4.51' de gösterilmiştir. Modelin denklemleri aşağıdaki verilmiştir.

Model;

t=30 yıl için;

$$H_{kr} = 147,98. \sigma_{ta}^{-0,473} \quad R^2 = 0,99 \quad (4.1)$$

t=0 yıl için;

$$H_{kr} = 181,57. \sigma_{ta}^{-0,482} \quad R^2 = 0,99 \quad (4.2)$$

Güvenli Model;

t=30 yıl için;

$$H_{kr} = 150,20. \sigma_{ta}^{-0,473} \quad R^2 = 1 \quad (4.3)$$

t=0 yıl için;

$$H_{kr} = 184,29. \sigma_{ta}^{-0,482} \quad R^2 = 1 \quad (4.4)$$

5. TARTIŞMA VE SONUÇ

Evsel atıksuların deniz ortamında bertaraf edilmesinde çok delikli yayıcısı olan denize deşarj yapıları etkin bir şekilde kullanılmaktadır. Evsel atıksular alıcı ortam olarak deniz suyu içerisinde bir dizi jet halinde hızlı karışım mekanizmaları ile ilk hız ve pozitif yüzücülük yardımıyla seyreltilebilmektedir. Bu seyrelme ile kirletici konsantrasyonu yasal sınır konsantrasyonuna getirilebilmektedir. Denize deşarj yapıları nüfus yoğunluğundaki artış dikkate alınarak 30 yıl gibi bir proje ömrüne göre tasarlanır. Ancak tesis ilk çalışmaya başladığı yıllarda tesise gelen atıksu miktarı proje tasarım debisinden düşük olacağından, yayıcı içerisinde alıcı ortam suyu akışı gerçekleşecektir. Bu durumun nedeni ise genellikle deşarj deliklerinin orifis (ağız açık delik) şeklinde olmasıdır. Planlanandan daha küçük debide gelen atıksuların meydana getirdiği tersine akışın önüne geçmekte ördek gaga çek-valflar (ÖÇV) kullanılmaktadır. Bu çalışmada t=30 yıl proje ömrüne göre tasarlanmış yayıcıda proje ömrü sonuna ulaşılmadan önce tesise gelen tasarlanandan daha az miktardaki atıksu debisi nedeniyle çalışmayan ve tam dolu akış olmayan deliklere ÖÇV takılması sonrası birinci seyrelme üzerindeki etkiler incelenmiştir.

KÖÇV kullanımının yayıcının orijinal hali olan dairesel deşarj deliği (KKB) kullanımına göre karşılaştırılması yapıldığında t=30 yıl için proje debisine bağlı olarak $0,5 \text{ m}^3/\text{s}$ için birinci seyrelme değerlerinin dairesel delikte (KKB) $S= 57,72$ ila $208,33$ aralığında, ÖÇV delikte $S= 68,92$ ila $194,44$ aralığında ve KÖÇV delikte $S= 65,99$ ila $197,18$ aralığında olduğu görülmüştür. KKB deliklerine KÖÇV takılması sonucunda seyrelmedeki farklılığın $\Delta S= -11,34$ ila $8,27$ ve yüzdesel seyrelme farkının $\Delta S(\%)= -5,45$ ila $14,33$ aralıklarında değiştikleri belirlenmiştir. KÖÇV' nin seyrelme bakımından KKB' ye göre daha üstün olduğu durum, alıcı ortam yoğunluğunun ve deşarj derinliğinin düşük olduğu durum iken, bu üstünlüğün tersine döndüğü durum ise, alıcı ortam yoğunluğunun ve deşarj derinliğinin büyük değerler aldığı kısımlarda görülmüştür. ÖÇV delikler ile KÖÇV delikler arasındaki seyrelme farklılığının $\Delta S= -2,93$ ila $4,34$ ve yüzdesel seyrelme farkının $\Delta S(\%)= -4,25$ ila $2,25$ aralıklarında

değiştikleri belirlenmiştir. KÖÇV' nin seyrelme bakımından ÖÇV' ye göre daha üstün olduğu durum alıcı ortam yoğunluğunun ve deşarj derinliğinin büyük olduğu durum iken, bu üstünlüğün tersine döndüğü durum alıcı ortam yoğunluğunun ve deşarj derinliğinin küçük değerler aldığı kısımlarda görülmüştür. ÖÇV kullanımına göre KÖÇV kullanımında %16,67 ile %33,33 aralığında tasarruf edilmiştir. 1,0 m³/s için birinci seyrelme değerlerinin dairesel delikte (KKB) S= 57,63 ile 206,22 aralığında, ÖÇV delikte S= 68,92 ile 194,65 aralığında ve KÖÇV delikte S= 65,01 ile 199,23 aralığında olduğu görülmüştür. KKB deliklerine KÖÇV takılması sonucunda seyrelmedeki farklılığın $\Delta S = -9,60$ ile 7,37 ve yüzdesel seyrelme farkının $\Delta S(\%) = -4,60$ ile 12,79 aralıklarında değiştikleri belirlenmiştir. KÖÇV' nin seyrelme bakımından KKB' ye göre daha üstün olduğu durum alıcı ortam yoğunluğunun ve deşarj derinliğinin düşük olduğu durum iken, bu üstünlüğün tersine döndüğü durum alıcı ortam yoğunluğunun ve deşarj derinliğinin büyük değerler aldığı kısımlarda görülmüştür. ÖÇV delikler ile KÖÇV delikler arasındaki seyrelme farklılığının $\Delta S = -4,03$ ile 4,57 ve yüzdesel seyrelme farkının $\Delta S(\%) = -5,68$ ile 2,35 aralıklarında değiştikleri belirlenmiştir. KÖÇV' nin seyrelme bakımından ÖÇV' ye göre daha üstün olduğu durum alıcı ortam yoğunluğunun ve deşarj derinliğinin büyük olduğu durum iken, bu üstünlüğün tersine döndüğü durum alıcı ortam yoğunluğunun ve deşarj derinliğinin küçük değerler aldığı kısımlarda görülmüştür. ÖÇV kullanımına göre KÖÇV kullanımında %26,67 ile %36,36 aralığında tasarruf edilmiştir. 1,5 m³/s için birinci seyrelme değerlerinin dairesel delikte (KKB) S= 57,55 ile 208,58 aralığında, ÖÇV delikte S= 68,92 ile 193,91 aralığında ve KÖÇV delikte S= 64,80 ile 198,96 aralığında olduğu görülmüştür. KKB deliklerine KÖÇV takılması sonucunda seyrelmedeki farklılığın $\Delta S = -9,62$ ile 7,26 ve yüzdesel seyrelme farkının $\Delta S(\%) = -4,61$ ile 12,61 aralıklarında değiştikleri belirlenmiştir. KÖÇV' nin seyrelme bakımından KKB' ye göre daha üstün olduğu durum alıcı ortam yoğunluğunun ve deşarj derinliğinin düşük olduğu durum iken, bu üstünlüğün tersine döndüğü durum alıcı ortam yoğunluğunun ve deşarj derinliğinin büyük değerler aldığı kısımlarda görülmüştür. ÖÇV delikler ile KÖÇV delikler arasındaki seyrelme farklılığının $\Delta S = -4,24$ ile 5,06 ve yüzdesel seyrelme farkının $\Delta S(\%) = -6,05$ ile 2,61 aralıklarında değiştikleri belirlenmiştir. KÖÇV' nin seyrelme bakımından ÖÇV' ye göre daha üstün olduğu durum alıcı ortam yoğunluğunun ve deşarj derinliğinin büyük olduğu durum

iken, bu üstünlüğün tersine döndüğü durum alıcı ortam yoğunluğunun ve deşarj derinliğinin küçük değerler aldığı kısımlarda görülmüştür. ÖÇV kullanımına göre KÖÇV kullanımında %29,63 ila %35,29 aralığında tasarruf edilmiştir. 2,0 m³/s için birinci seyrelme değerlerinin dairesel delikte (KKB) S= 57,42 ila 208,33 aralığında, ÖÇV delikte S= 68,92 ila 193,91 aralığında ve KÖÇV delikte S= 64,11 ila 198,86 aralığında olduğu görülmüştür. KKB deliklerine KÖÇV takılması sonucunda seyrelmedeki farklılığın $\Delta S = -9,46$ ila $6,69$ ve yüzdesel seyrelme farkının $\Delta S(\%) = -4,54$ ila $11,66$ aralıklarında değiştikleri belirlenmiştir. KÖÇV' nin seyrelme bakımından KKB' ye göre daha üstün olduğu durum alıcı ortam yoğunluğunun ve deşarj derinliğinin düşük olduğu durum iken, bu üstünlüğün tersine döndüğü durum alıcı ortam yoğunluğunun ve deşarj derinliğinin büyük değerler aldığı kısımlarda görülmüştür. ÖÇV delikler ile KÖÇV delikler arasındaki seyrelme farklılığının $\Delta S = -4,81$ ila $4,96$ ve yüzdesel seyrelme farkının $\Delta S(\%) = -6,98$ ila $2,56$ aralıklarında değiştikleri belirlenmiştir. KÖÇV' nin seyrelme bakımından ÖÇV' ye göre daha üstün olduğu durum alıcı ortam yoğunluğunun ve deşarj derinliğinin büyük olduğu durum iken, bu üstünlüğün tersine döndüğü durum alıcı ortam yoğunluğunun ve deşarj derinliğinin küçük değerler aldığı kısımlarda görülmüştür. ÖÇV kullanımına göre KÖÇV kullanımında %32,35 ila %36,36 aralığında tasarruf edilmiştir. 2,5 m³/s için birinci seyrelme değerlerinin dairesel delikte (KKB) S= 57,46 ila 207,32 aralığında, ÖÇV delikte S= 68,92 ila 193,80 aralığında ve KÖÇV delikte S=64,07 ila 198,87 aralığında olduğu görülmüştür. KKB deliklerine KÖÇV takılması sonucunda seyrelmedeki farklılığın $\Delta S = -8,45$ ila $6,61$ ve yüzdesel seyrelme farkının $\Delta S(\%) = -4,07$ ila $11,50$ aralıklarında değiştikleri belirlenmiştir. KÖÇV' nin seyrelme bakımından KKB' ye göre daha üstün olduğu durum alıcı ortam yoğunluğunun ve deşarj derinliğinin düşük olduğu durum iken, bu üstünlüğün tersine döndüğü durum alıcı ortam yoğunluğunun ve deşarj derinliğinin büyük değerler aldığı kısımlarda görülmüştür. ÖÇV delikler ile KÖÇV delikler arasındaki seyrelme farklılığının $\Delta S = -4,85$ ila $5,07$ ve yüzdesel seyrelme farkının $\Delta S(\%) = -7,04$ ila $2,62$ aralıklarında değiştikleri belirlenmiştir. KÖÇV' nin seyrelme bakımından ÖÇV' ye göre daha üstün olduğu durum alıcı ortam yoğunluğunun ve deşarj derinliğinin büyük olduğu durum iken, bu üstünlüğün tersine döndüğü durum alıcı ortam yoğunluğunun ve deşarj

derinliğinin küçük değerler aldığı kısımlarda görülmüştür. ÖÇV kullanımına göre KÖÇV kullanımında %33,33 ile %37,93 aralığında tasarruf edilmiştir.

KÖÇV kullanımının KKB kullanımına göre karşılaştırılması yapıldığında t=0 yıl için proje debisine bağlı olarak 0,5 m³/s için birinci seyrelme değerlerinin dairesel delikte (KKB) S= 55,16 ila 195,04 aralığında, ÖÇV delikte S= 68,98 ila 186,87 aralığında ve KÖÇV delikte S= 60,02 ila 190,83 aralığında olduğu görülmüştür. KKB deliklerine KÖÇV takılması sonucunda seyrelmedeki farklılığın $\Delta S = -4,21$ ila 4,86 ve yüzdesel seyrelme farkının $\Delta S(\%) = -2,16$ ila 8,81 aralıklarında değiştikleri belirlenmiştir. KÖÇV' nin seyrelme bakımından KKB' ye göre daha üstün olduğu durum alıcı ortam yoğunluğunun ve deşarj derinliğinin düşük olduğu durum iken, bu üstünlüğün tersine döndüğü durum alıcı ortam yoğunluğunun ve deşarj derinliğinin büyük değerler aldığı kısımlarda görülmüştür. ÖÇV delikler ile KÖÇV delikler arasındaki seyrelme farklılığının $\Delta S = -9,89$ ila 5,50 ve yüzdesel seyrelme farkının $\Delta S(\%) = -14,15$ ila 2,97 aralıklarında değiştikleri belirlenmiştir. KÖÇV' nin seyrelme bakımından ÖÇV' ye göre daha üstün olduğu durum alıcı ortam yoğunluğunun ve deşarj derinliğinin büyük olduğu durum iken, bu üstünlüğün tersine döndüğü durum alıcı ortam yoğunluğunun ve deşarj derinliğinin küçük değerler aldığı kısımlarda görülmüştür. 1,0 m³/s için birinci seyrelme değerlerinin dairesel delikte (KKB) S= 55,59 ila 199,24 aralığında, ÖÇV delikte S= 68,98 ila 189,43 aralığında ve KÖÇV delikte S= 57,95 ila 197,21 aralığında olduğu görülmüştür. KKB deliklerine KÖÇV takılması sonucunda seyrelmedeki farklılığın $\Delta S = -2,03$ ila 2,36 ve yüzdesel seyrelme farkının $\Delta S(\%) = -1,02$ ila 4,24 aralıklarında değiştikleri belirlenmiştir. KÖÇV' nin seyrelme bakımından KKB' ye göre daha üstün olduğu durum alıcı ortam yoğunluğunun ve deşarj derinliğinin düşük olduğu durum iken, bu üstünlüğün tersine döndüğü durum alıcı ortam yoğunluğunun ve deşarj derinliğinin büyük değerler aldığı kısımlarda görülmüştür. ÖÇV delikler ile KÖÇV delikler arasındaki seyrelme farklılığının $\Delta S = -11,58$ ila 7,78 ve yüzdesel seyrelme farkının $\Delta S(\%) = -16,65$ ila 4,11 aralıklarında değiştikleri belirlenmiştir. KÖÇV' nin seyrelme bakımından ÖÇV' ye göre daha üstün olduğu durum alıcı ortam yoğunluğunun ve deşarj derinliğinin büyük olduğu durum iken, bu üstünlüğün tersine döndüğü durum alıcı ortam yoğunluğunun ve deşarj derinliğinin küçük değerler aldığı kısımlarda görülmüştür. 1,5 m³/s için birinci seyrelme değerlerinin dairesel delikte

(KKB) S= 55,46 ila 197,48 aralığında, ÖÇV delikte S= 68,92 ila 188,04 aralığında ve KÖÇV delikte S= 57,04 ila 196,27 aralığında olduğu görülmüştür. KKB deliklerine KÖÇV takılması sonucunda seyrelmedeki farklılığın $\Delta S = -1,20$ ila $1,57$ ve yüzdesel seyrelme farkının $\Delta S(\%) = -0,61$ ila $2,84$ aralıklarında değiştikleri belirlenmiştir. KÖÇV' nin seyrelme bakımından KKB' ye göre daha üstün olduğu durum alıcı ortam yoğunluğunun ve deşarj derinliğinin düşük olduğu durum iken, bu üstünlüğün tersine döndüğü durum alıcı ortam yoğunluğunun ve deşarj derinliğinin büyük değerler aldığı kısımlarda görülmüştür. ÖÇV delikler ile KÖÇV delikler arasındaki seyrelme farklılığının $\Delta S = -12,60$ ila $8,23$ ve yüzdesel seyrelme farkının $\Delta S(\%) = -18,09$ ila $4,38$ aralıklarında değiştikleri belirlenmiştir. KÖÇV' nin seyrelme bakımından ÖÇV' ye göre daha üstün olduğu durum alıcı ortam yoğunluğunun ve deşarj derinliğinin büyük olduğu durum iken, bu üstünlüğün tersine döndüğü durum alıcı ortam yoğunluğunun ve deşarj derinliğinin küçük değerler aldığı kısımlarda görülmüştür. $2,0 \text{ m}^3/\text{s}$ için birinci seyrelme değerlerinin dairesel delikte (KKB) S= 55,90 ila 200,76 aralığında, ÖÇV delikte S= 69,03 ila 190,28 aralığında ve KÖÇV delikte S= 56,93 ila 199,74 aralığında olduğu görülmüştür. KKB deliklerine KÖÇV takılması sonucunda seyrelmedeki farklılığın $\Delta S = -1,05$ ila $1,04$ ve yüzdesel seyrelme farkının $\Delta S(\%) = -0,56$ ila $1,85$ aralıklarında değiştikleri belirlenmiştir. KÖÇV' nin seyrelme bakımından KKB' ye göre daha üstün olduğu durum alıcı ortam yoğunluğunun ve deşarj derinliğinin düşük olduğu durum iken, bu üstünlüğün tersine döndüğü durum alıcı ortam yoğunluğunun ve deşarj derinliğinin büyük değerler aldığı kısımlarda görülmüştür. ÖÇV delikler ile KÖÇV delikler arasındaki seyrelme farklılığının $\Delta S = -12,43$ ila $9,46$ ve yüzdesel seyrelme farkının $\Delta S(\%) = -17,92$ ila $4,97$ aralıklarında değiştikleri belirlenmiştir. KÖÇV' nin seyrelme bakımından ÖÇV' ye göre daha üstün olduğu durum alıcı ortam yoğunluğunun ve deşarj derinliğinin büyük olduğu durum iken, bu üstünlüğün tersine döndüğü durum alıcı ortam yoğunluğunun ve deşarj derinliğinin küçük değerler aldığı kısımlarda görülmüştür. $2,5 \text{ m}^3/\text{s}$ için birinci seyrelme değerlerinin dairesel delikte (KKB) S= 55,85 ila 200,84 aralığında, ÖÇV delikte S= 68,98 ila 190,07 aralığında ve KÖÇV delikte S= 56,70 ila 199,63 aralığında olduğu görülmüştür. KKB deliklerine KÖÇV takılması sonucunda seyrelmedeki farklılığın $\Delta S = -1,21$ ila $0,96$ ve yüzdesel seyrelme farkının $\Delta S(\%) = -0,60$ ila $1,51$ aralıklarında değiştikleri belirlenmiştir. KÖÇV' nin seyrelme bakımından KKB' ye göre daha üstün olduğu durum alıcı ortam

yoğunluğunun ve deşarj derinliğinin düşük olduğu durum iken, bu üstünlüğün tersine döndüğü durum alıcı ortam yoğunluğunun ve deşarj derinliğinin büyük değerler aldığı kısımlarda görülmüştür. ÖÇV delikler ile KÖÇV delikler arasındaki seyrelme farklılığının $\Delta S = -12,66$ ila $9,56$ ve yüzdesel seyrelme farkının $\Delta S(\%) = -18,26$ ila $5,03$ aralıklarında değiştikleri belirlenmiştir. KÖÇV' nin seyrelme bakımından ÖÇV' ye göre daha üstün olduğu durum alıcı ortam yoğunluğunun ve deşarj derinliğinin büyük olduğu durum iken, bu üstünlüğün tersine döndüğü durum alıcı ortam yoğunluğunun ve deşarj derinliğinin küçük değerler aldığı kısımlarda görülmüştür.

Atıksu debisinin seyrelme üzerinde kayda değer bir etkisinin olmadığı incelemeler sonucunda belirlenmiştir. Bu durumda, KÖÇV kullanımının avantajlı olacağı minimum derinliği ifade eden kritik derinlik (H_{kr}), daha elverişsiz koşulların olduğu $t=0$ yıl için alıcı ortamın oşinografik yoğunluğuna ve deşarj derinliğine bağlı olarak bu çalışma sonucunda bir eşitlik ile tahmin edilebilir hale getirilmiştir. Rehabilitasyon sonucu KÖÇV uygulaması yapılacak yayıcıların kritik derinliğinin belirlenmesinde $t=30$ yıl için oluşturulan eşitlik kullanılarak, uygulamanın yapılıp yapılamayacağı tahmin edilebilir hale getirilmiştir. Daima güvenli tarafta kalınabilmesi için $t=0$ yıl durumunun esas alınarak kritik derinlik değerlerinin %1,5 daha büyük seçilmesi gerektiği belirlenmiş, böylece eşitlikler ve tahminler daha güvenli hale getirilmiştir.

Genel olarak bu çalışma sonucunda, ağız açık dairesel deliklerle tasarlanmış olan derin deniz deşarjı yayıcılarının proje ömrü boyunca işletme aşamalarına bağlı olarak atıksu debilerindeki değişimin yayıcıda neden olabileceği tıkanıklığın önlenmesinde bir rehabilitasyon yöntemi olarak ÖÇV kullanımıyla tesisin belirli şartlar altında korunabileceği ortaya konulmuştur. Ancak, tesisin işletme aşamalarında daima dolu akması öngörülen yayıcı deliklerinde ÖÇV takılmadığı KÖÇV uygulamasının yapılmasının bir alternatif rehabilitasyon yöntemi olduğu bu çalışma sonucunda ortaya konulmuştur. Böylece, kullanılan ÖÇV sayısından maksimum %37,93 tasarruf edilerek, göreceli olarak ÖÇV sonuçlarına yakın seyrelmelerin elde edilmesi ve hatta H_{kr} değerinden daha büyük derinliklerde KÖÇV uygulandığında, ÖÇV uygulanmış yayıcıya göre maksimum %2,62 daha yüksek seyrelme elde edilebildiği bu çalışmanın sınır şartları içerisinde belirlenmiştir.

Bu çalışma, kalın et kalınlıklı boruda her bir enkesitte birer adet açılmış olan dairesel deliklerin üzerine ÖÇV ve kısmen ÖÇV (KÖÇV) takılması ile yapılmıştır. Benzer çalışmalar, dairesel deliklerin keskin kenarlı olup, ince et kalınlıklı boru durumu için incelenebileceği gibi, çan ağızlı delik halinde de ÖÇV ve KÖÇV dönüşümü birinci seyrelme etkileşimi incelenebilir. Benzer yaklaşım bir en kesitteki delik sayısı iki veya daha fazla olduğu durumlarda da sergilebilir. Literatürdeki deneysel çalışmaların yayıcı hidroliği ve seyrelme modellerinden yararlanılarak teorik tahminlerin gerçekleştirildiği bu çalışmanın daha hassas benzerleri gelecekte deneysel olarak da gerçekleştirilerek sonuçların güvenilirliğini daha da arttırılabilir.

KAYNAKLAR

- Abromaitis, A. T., and Raftis, S. G., 1995, *Development and evaluation of a combination check valve/flow sensitive variable orifice nozzle for use on effluent diffuser lines*, Proc., WEFTEC 95, Vol. I, Part 2, Water Environment Federation, Alexandria, Va., 701-709.
- Berkün, M., 2006, *Atık su arıtma ve deniz deşarjı yapıları*, Seçkin Yayıncılık A.Ş., Ankara, 975 02 0266 X.
- 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.
- 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., 1960, *Dispersion in Hydraulic and Coastal Environments*, W. M. Keck Lab. Of Hydraulics and Water Resources, California Institute of Technology, Rep. KH-R-29.
- Brooks, N.H., 1972, *Dispersion In Hydrologic and Coastal Environments*, California Institute of Technology, KH-R-29.
- Butler, D., May, R., 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.
- Charlton, J.A., 1988, *Applications of Research Data To The Design and Performance Monitoring of Long Sea Outfalls*, Marine Treatment of Sewage and Sludge, Lloyd, D.O. (ed.), Chapter 15, The Institution of Civil Engineers, London, UK, 0 7277 1301 9, 243-256.
- Cormix, 2009, *CORMIX Mixing Zone Model: CORMIX2: Multi-Port Discharges* (online), <http://www.cormixinfo/CORMIX2.php#alt#>
- Darama, S., 2009, *Yoğun Atıksu Deşarjının Birinci Seyrelmesinde Görünür Saçak Modelinin Uygulanması*, Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü.
- Darakas, E., Koumoulidou T., and Lazaridou, D., 2009, *Fecal Indicator Bacteria Declines via a Dilution of Wastewater in Seawater*, *Desalination*, 248, 1008-1015.

Davis, L.R., 1999, *Fundamentals of Environmental Discharge Modeling*, CRC Press, Florida, USA, ISBN:0-8493-9657-3.

Desalination: A sustainable solution to water shortage, <http://www.aurecongroup.com/en/thinking/thinking-papers/desalination-a-sustainable-solution-to-water-shortage.aspx>, [Ziyaret tarihi: 30 Nisan 2017]

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.

Duer, M.J., 2000, *Use of Elastomeric Duckbill Valves for Long-Term Hydraulic and Dilution Efficiency of Marine Diffusers*, *Marine Wastewater Discharges MWWD2000*, Genova, Italy, 28 Nov-1 Dec 2000.

Duer, M.J., 2008, *Maintaining Disinfectant Residuals in Water Storage Tanks*, *2008 Pacific Northwest AWWA Annual Conference*, April 30 – May 2, 2008, Vancouver, CANADA, Red Valve Co. / Tideflex Technologies.

Duer, M.J., and Salas, H.J., 1998, *Use of “Duckbill” Valves To Maintain Marine Outfall Diffuser Efficiency*, *Inter-American Association of Environmental and Sanitary Engineering Congress 26 (AIDIS 98)*, *Environmental Management in the 21st century*, Lima, APIS, 1998, pp. 1-8.

Flowtite, 2005, *Installion Guide for Buried Pipes*, *Flowtite Technology AS*, Vol. 2, Sandefjord, Norway, pp 13.

Frick, W.E., Roberts P.J.W., and Davis, L.R., Keyes, J., Baumgartner, D.J., George, K.P., 2001, *Dilution Models for Effluent Discharges*, 4th Edition (Visual Plumes), U.S. Environmental Protection Agency, Georgia, USA, 279-293.

Grace, R.A., 1978, *Marine outfall systems planning, design and construction*, Prentice-Hall, Inc., Englewood Cliffs, New Jersey, 0-13-556951-6.

Horton, P. R., Hranisavljevic, D., Wilson. J. R., and Miller. B. M., 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.*

<http://www.waterman.hku.hk/education/slide.aspx?code=KTFRA> [Ziyaret tarihi: 30 Nisan 2017]

<http://www.ergenederindeniz.com/projemiz/detay/Deniz-Desarji-Hatti-Insaati/31/73/0> [Ziyaret tarihi: 30 Nisan 2017]

Jirka, H.G., Doneer, R.L., 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.

- Koh, R.C.Y., and Brooks, N.H., 1975, Fluid Mechanics of Wastewater Disposal in The Ocean, *Annual Review of Fluid Mechanics*, Vol. 7, Palo Alto, California, ss: 187-211.
- Lee, J. H. W., Karandikar, J., and Horton, P. R., 1998, Hydraulics of "Duckbill" Elastomer Check Valves, *Journal of Hydraulic Engineering, American Society of Civil Engineering (ASCE)*, 394-405.
- McKenzie, L. C., Horton, P. R., and Wilson, J. R., 1996, Burwood Beach Ocean Outfall-testing of 8 inch check valve, Rep. 96/18, *Water Research Laboratory*, University of New South Wales, Australia.
- MEDRC, 2010, Environmental planning, prediction and management of brine discharges from desalination plants, <http://www.ifh.uni-karlsruhe.de/science/envflu/research/brinedis/> [Ziyaret tarihi: 30 Nisan 2017]
- Miller, D. S., 1971, Internal Flow a Guide to Losses in Pipe and Duct Systems, *Journal of Fluid Mechanics*, Vol:58, 415-416.
- Nemlioğlu, S., 2003, *Soğuk deşarjda birinci seyrelmenin incelenmesi*, Doktora Tezi, İstanbul Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü.
- Nemlioğlu, S., 2006, *Yayıcılardan deşarj 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., 2015, Duckbill Elastomer Check Valve Use Effects on Domestic Wastewater Discharging Marine Outfalls Initial Dilution Performance Improvement, *Desalination and Water Treatment*, DOI: 10.1080/19443994.2015.1063093.
- 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., and Yılmaz, S., 2017, Initial dilution comparison of wastewater marine outfall diffusers with sharp-edged ports in thick diffuser pipe wall and duckbill check valves, *Desalination and Water Treatment*, 65 (2017), 136-141.
- North West New Territories Sewerage Scheme: environmental assessment 1990*, Final Rep., Hong Kong Territory Development Department, Molt MacDonald (HK) Ltd.
- Öztürk, İ., 1996, *Atıksu Ön Arıtma ve Deniz Deşarj Sistemleri*, İstanbul Teknik Üniversitesi Yayınları, İstanbul, ss: 238.

- Rawn, A. M., Bowerman, F. R., and Brooks, N. H., 1960, Diffusers for Disposal of Sewage in Sea Water, *Journal of the Sanitary Engineering Division, American Society of Civil Engineering (ASCE)*, Vol. 86, No. SA 2, 65-105.
- Roberts, D.G.M., Flint, G.R., and Moore, K.H., 1984, Weymouth and Portland marine treatment scheme: tunnel outfall and marine treatment works Proc., Inst. of Civil Engrs., Vol. 76., Part I, 117-143.
- Roberts, P.J.W., and Sternau, R., 1997, Mixing Zone Analysis for Coastal Wastewater Discharge, *Journal of Environmental Engineering, American Society of Civil Engineering (ASCE)*, 123 (12), 1244-1250.
- 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.
- Roberts, P.J.W., and Snyder, W.H., Baumgartner D., 1989c, Ocean Outfalls III: Effect of Diffuser Design on Submerged Wastefield, *Journal of Hydraulic Engineering, American Society of Civil Engineering (ASCE)*, 115(1), 49-70.
- Roberts, P.J.W., Snyder, W.H., and Baumgartner D., 1989b, Ocean Outfalls II: Spatial Evolution of Submerged Wastefield, *Journal of Hydraulic Engineering, American Society of Civil Engineering (ASCE)*, 115(1), 26-48.
- Roberts, P.J.W., Snyder, W.H., and Baumgartner D., 1989a, Ocean Outfalls I: Submerged Waterfield Formation, *Journal of Hydraulic Engineering, American Society of Civil Engineering (ASCE)*, 115(1), 1-25.
- Roberts, P.J.W., and Williams, N., 1992, Modeling of Ocean Outfall Discharges, *Water Science of Technologies*, 9, 155-164.
- Roberts, P.J.W., and Snyder, W.H., 1993a, Hydraulic Model Study for The Boston Outfall, Riser Configuration, *Journal of Hydraulic Engineering, American Society of Civil Engineering (ASCE)*, 119 (9), 970-987.
- Roberts, P.J.W., Reiff, F.M., Libhaber, M., Salas, H.J., and Labbe, A., Thomson, J.C., 2010, *Marine Wastewater Outfalls and Treatment Systems*, IWA Publishing, London UK, ISBN 10: 1843391899.
- Roberts, P.J.W., Ferrier, A., and Daviero, G., 1997, Mixing in inclined dense jets, *Journal of hydraulic engineering, American Society of Civil Engineering (ASCE)*, 123 (8), 693-699.
- Roberts, P.J.W., 1979, *Line Plume and Ocean Outfall Dispersion*, *Journal of hydraulic engineering, American Society of Civil Engineering (ASCE)*, 105 HY4, 313-330.
- Roberts, P.J.W., and Duer, M., 2006, *Physical Modeling of Mixing in Water Storage Tanks*, AWWA Research Foundation, Denver, CO.

- 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).
- Sezgin, N., 2015, Investigation of Horizontal Cold Water Discharge Initial Dilutions at Various Temperature Differences Using Duckbill Valve, *Desalination and Water Treatment*, DOI: 10.1080/19443994.20151022805.
- Su Kirliliği ve Kontrolü Yönetmeliği (SKKY)*, 2008, , Resmi Gazete No:26786.
- Sümer B., Ünsal İ. ve Bayazıt M., 2013, *Hidrolik*, Birsen Yayınevi, İstanbul, ISBN: 978-975-511-215-4
- Thomann, R., and Mueller, J., 1987, *Principles of Surface Water Quality Modelling and Control*, Harper and Row Publishers, New York, USA.
- Topacık, D. ve Eroğlu, V., 1993, *Su Temini ve Atıksu Uzaklaştırılması Uygulamaları*, İstanbul Teknik Üniversitesi, İnşaat Fakültesi Matbaası, İstanbul.
- US-EPA, 1986, *Ambient water quality criteria for bacteria*, United States Environmental Protection Agency, Washington, DC Report No: EPA440/5-84-002.,
- Water Research Centre, 1990, *Design guide for marine treatment schemes*, Vol. 4, Swindon, U.K., 495-501.
- WHO, 2003, *Guidelines for Safe Recreational-Water Environments Coastal and Fresh Waters*, World Health Organization, Vol. 1, Geneva, Switzerland.
- Wood, I., Bell, R., and Wilkinson, D., 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 etkilerinin incelenmesi*, Yüksek Lisans, İstanbul Üniversitesi

ÖZGEÇMİŞ

Kişisel Bilgiler	
Adı Soyadı	Cemre Belit ÇOBANOĞLU
Doğum Yeri	Kadıköy
Doğum Tarihi	23.03.1991
Uyruğu	<input checked="" type="checkbox"/> T.C. <input type="checkbox"/> Diğer:
Telefon	536 778 87 87
E-Posta Adresi	belitcobanoglu@gmail.com
Web Adresi	-



Eğitim Bilgileri	
Lisans	
Üniversite	İstanbul Üniversitesi
Fakülte	Mühendislik Fakültesi
Bölümü	Çevre Mühendisliği Bölümü
Mezuniyet Yılı	2013

Yüksek Lisans	
Üniversite	İstanbul Üniversitesi
Enstitü Adı	Fen Bilimleri Enstitüsü
Anabilim Dalı	Çevre Mühendisliği ABD
Programı	Çevre Mühendisliği Programı
Mezuniyet Tarihi	2017