

**T.C.**  
**BALIKESİR ÜNİVERSİTESİ**  
**FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**  
**İNŞAAT MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI**



**GEÇİRGEN TERSİP BENTLERİNİN DENEYSEL ANALİZİ**

**İSMAİL FURKAN ÇİĞDEM**

**YÜKSEK LİSANS TEZİ**

**Jüri Üyeleri :** Doç. Dr. Nuray GEDİK (Tez Danışmanı)  
Prof. Dr. Emel İRTEM  
Dr. Öğr. Üyesi Didem YILMAZER

**BALIKESİR, NİSAN - 2025**

## **ETİK BEYAN**

Balıkesir Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Tez Yazım Kurallarına uygun olarak tarafımda hazırlanan “**Geçirgen Tersip Bentlerinin Deneysel Analizi**” başlıklı tezde;

- Tüm bilgi ve belgeleri akademik kurallar çerçevesinde elde ettiğimi,
- Kullanılan veriler ve sonuçlarda herhangi bir değişiklik yapmadığımı,
- Tüm bilgi ve sonuçları bilimsel araştırma ve etik ilkelere uygun şekilde sunduğumu,
- Yararlandığım eserlere atıfta bulunarak kaynak gösterdiğimi,

beyan eder, aksinin ortaya çıkması durumunda her türlü yasal sonucu kabul ederim.

**İsmail Furkan ÇİĞDEM**

**Bu tez çalışması Balıkesir Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Birimi tarafından BAP 2024/055 nolu proje ile desteklenmiştir.**

## ÖZET

**GEÇİRGEN TERSİP BENTLERİNİN DENEYSEL ANALİZİ**  
**YÜKSEK LİSANS TEZİ**  
**İSMAİL FURKAN ÇİĞDEM**  
**BALIKESİR ÜNİVERSİTESİ FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**  
**İNŞAAT MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI**  
**(TEZ DANIŞMANI: DOÇ. DR. NURAY GEDİK)**  
**BALIKESİR, NİSAN - 2025**

Tersip bentleri, taşkınların kontrol altına alınabilmesi için tasarlanmış önemli yapılardan biridir. Kapalı tip tersip bentleri odunsu malzeme ve sediment gibi malzemeleri mansap bölgesine geçirmemektedir. Bu sebeple ihtiyaç duyulan bölgelerde iri malzemeyi tutan fakat küçük boyutlu malzemelerin geçmesine izin veren açık tip tersip bentleri tercih edilmektedir. Bu çalışmanın amacı, açık aynı tip iki farklı boşluk oranına sahip tersip bentlerinin odunsu malzemeyi tuzaklama kapasitesini deneysel olarak karşılaştırarak incelemektir. İki farklı boşluk oranına sahip tersip bendinin iki farklı debi altında tuzaklama kapasitesini belirlemek için yapılan deneysel çalışmaların sonuçları ele alınmıştır. Özetle, Bent-2, Bent-1'e kıyasla genellikle daha yüksek tuzaklama kapasitesine sahiptir. Kısa uzunluktaki odunsu malzemeler için Bent-2'nin tuzaklama kapasitesi  $Q_{m50}$  debisinde %40,1,  $Q_{m500}$  debisinde %36,4 iken, Bent-1'in kapasitesi  $Q_{m50}$ 'de %3,0,  $Q_{m500}$ 'de %6,4 olarak ölçülmüştür. Uzun olan odunsu malzemelerde ise Bent-2'nin kapasitesi her iki debide de %85 civarında seyrederken, Bent-1'in kapasitesi  $Q_{m50}$ 'de %52,4,  $Q_{m500}$ 'de %39,2 olmuştur. Bent-1'in kiss odunsu malzemelerde daha düşük kapasiteye sahip olduğu, ancak uzun odunsu malzemelerde  $Q_{m50}$  debisinde daha yüksek tuzaklama kapasitesi sunduğu görülmüştür. Bent-2'nin tuzaklama kapasitesi her iki debide de yaklaşık aynı seviyede kalmıştır. Tuzaklama kapasitesi arttıkça su yüksekliği de artmış, özellikle Bent-2 deneylerinde daha fazla su yüksekliği gözlenmiştir. Bent-2 genel olarak daha yüksek tuzaklama kapasitesine sahip olsa da, her taşkın havzasında doğrudan tercih edilmesi uygun olmayabilir.

**ANAHTAR KELİMELELER:** Geçirgen tersip bendi, deneysel çalışma, tuzaklama kapasitesi

## ABSTRACT

**EXPERIMENTAL ANALYSIS OF OPEN CHECK DAMS**  
**MSC THESIS**  
**İSMAİL FURKAN ÇİĞDEM**  
**BALIKESİR UNIVERSITY INSTITUTE OF SCIENCE**  
**CIVIL ENGINEERING**  
**(SUPERVISOR: ASSOC. PROF. DR. NURAY GEDİK )**  
**BALIKESİR, APRIL - 2025**

Check dams are essential hydraulic structures designed to control floods. Closed-type check dams prevent the downstream transport of materials such as woody debris and sediment. However, in certain regions, open check dams, which retain large materials while allowing smaller particles to pass, are preferred. This study aims to experimentally compare the trapping capacity of two open check dams with different void ratios in retaining woody debris. The study evaluates the results of experimental tests conducted under two different discharge conditions to determine the trapping efficiency of these structures. Bent-2 generally exhibits a higher trapping capacity compared to Bent-1. For short-sized woody debris, the trapping efficiency of Bent-2 was measured as 40.1% at  $Q_{m50}$  discharge and 36.4% at  $Q_{m500}$  discharge, whereas Bent-1 exhibited a significantly lower capacity of 3.0% at  $Q_{m50}$  and 6.4% at  $Q_{m500}$ . For long-sized woody debris, Bent-2 maintained a consistently high trapping capacity of approximately 85% across both discharges, while Bent-1's capacity was 52.4% at  $Q_{m50}$  and 39.2% at  $Q_{m500}$ . Bent-1 demonstrated lower efficiency for short woody debris but exhibited a higher trapping capacity under  $Q_{m50}$  discharge for long woody debris. In contrast, Bent-2's trapping capacity remained relatively stable across different discharge conditions. Additionally, an increase in trapping capacity was correlated with a rise in water levels, with higher water levels observed in Bent-2 experiments. Overall, although Bent-2 generally outperforms Bent-1 in terms of trapping efficiency, its direct application to all flood-prone basins may not always be appropriate. The selection of the check dam type should be based on site-specific evaluations.

**KEYWORDS:** Open check dam, experimental study, trapping capacity

Science Code / Codes : 91133, 91134

Page Number : 41

# İÇİNDEKİLER

## Sayfa

<b>ÖZET</b> .....	<b>i</b>
<b>ABSTRACT</b> .....	<b>ii</b>
<b>İÇİNDEKİLER</b> .....	<b>iii</b>
<b>ŞEKİL LİSTESİ</b> .....	<b>iv</b>
<b>TABLO LİSTESİ</b> .....	<b>v</b>
<b>ÖNSÖZ</b> .....	<b>vi</b>
<b>1. GİRİŞ</b> .....	<b>1</b>
1.1 Taşkın.....	1
1.1.1 Ülkemizde Taşkın Durumu .....	2
1.2 Taşkın Önlemleri .....	4
1.2.1 Yapısal Olmayan Önlemler.....	4
1.2.2 Yapısal Önlemler .....	5
1.2.2.1 Tersip Bentleri .....	5
1.3 Çalışmanın Amacı.....	8
<b>2. LİTERATÜR TARAMASI</b> .....	<b>9</b>
<b>3. YÖNTEM</b> .....	<b>14</b>
3.1 Model Teorisi .....	14
3.2 Kullanılan Materyaller .....	14
3.3 Deneylerde Kullanılan Tersip Bendi Modelleri.....	17
3.4 Odunsu Malzeme Özellikleri .....	18
3.5 Deney Programı .....	19
<b>4. BULGULAR</b> .....	<b>21</b>
4.1 $Q_{m50}$ Debisine Ait Sonuçlar .....	21
4.2 $Q_{m500}$ Debisine Ait Sonuçlar .....	26
4.3 Debi Tuzaklama Oranı ve Su Seviyesi Değişimi.....	31
<b>5. SONUÇLAR VE ÖNERİLER</b> .....	<b>35</b>
<b>6. KAYNAKLAR</b> .....	<b>37</b>
<b>ÖZGEÇMİŞ</b> .....	<b>41</b>

# ŞEKİL LİSTESİ

## Sayfa

Şekil 1.1: İngiltere’de yeraltı suyu taşkını .	1
Şekil 1.2: İstanbul’da 2013 yılında yaşanan taşkın.	3
Şekil 1.3: Sapanca göl taşkını.	3
Şekil 1.4: Fransa’da kent ormanı örneği.	5
Şekil 1.5: Tersip bendi.	6
Şekil 1.6: 1-9 geçirgen tersip bendi, 8 moloz bariyeri, 9 çelik bariyer.	7
Şekil 1.7: Geçirgen tersip bendi.	7
Şekil 3.1: Üretim öncesi tasarlanan açık kanal modeli.	15
Şekil 3.2: Üretim öncesi çizilen kesit ve plan.	15
Şekil 3.3: Deneylerde kullanılan açık kanal.	16
Şekil 3.4: Deneylerde kullanılan pompa.	16
Şekil 3.5: Elektromanyetik debimetre.	16
Şekil 3.6: Bent-1.	17
Şekil 3.7: Bent-2.	17
Şekil 3.8: Deneylerde kullanılan bentlerin üç boyutlu gösterimleri.	18
Şekil 3.9: Deneyde kullanılan ahşap çubuklar.	19
Şekil 4.1: 6 mm tuzaklama oranı karşılaştırması.	22
Şekil 4.2: 8 mm tuzaklama oranı karşılaştırması.	22
Şekil 4.3: 9.5 mm tuzaklama oranı karşılaştırması.	23
Şekil 4.4: 6 cm tuzaklama oranı karşılaştırması.	23
Şekil 4.5: 9 cm tuzaklama oranı karşılaştırması.	24
Şekil 4.6: 12 cm tuzaklama oranı karşılaştırması.	24
Şekil 4.7: 100 adet tuzaklama oranı karşılaştırması.	25
Şekil 4.8: 60 adet tuzaklama oranı karşılaştırması.	25
Şekil 4.9: 6 mm tuzaklama oranı karşılaştırması.	26
Şekil 4.10: 8 mm tuzaklama oranı karşılaştırması.	27
Şekil 4.11: 9.5 mm tuzaklama oranı karşılaştırması.	27
Şekil 4.12: 6 cm tuzaklama oranı karşılaştırması.	28
Şekil 4.13: 9 cm tuzaklama oranı karşılaştırması.	28
Şekil 4.14: 12 cm tuzaklama oranı karşılaştırması.	29
Şekil 4.15: 100 adet tuzaklama oranı karşılaştırması.	29
Şekil 4.16: 60 adet tuzaklama oranı karşılaştırması.	30
Şekil 4.17: İki bent tipinin $Q_{m50}$ debisine göre tuzaklama oranı karşılaştırması.	31
Şekil 4.18: İki bent tipinin $Q_{m500}$ debisine göre tuzaklama oranı karşılaştırması.	31
Şekil 4.19: İki bent tipinin $Q_{m50}$ debisine göre su yüksekliklerinin karşılaştırması.	32
Şekil 4.20: İki bent tipinin $Q_{m500}$ debisine göre su yüksekliklerinin karşılaştırması.	32
Şekil 4.21: Bent-1 tuzaklama kapasitesinin $Q_{m50}$ ve $Q_{m500}$ debilerine göre karşılaştırması.	33
Şekil 4.22: Bent-2 tuzaklama kapasitesinin $Q_{m50}$ ve $Q_{m500}$ debilerine göre karşılaştırması.	33
Şekil 4.23: Bent-1 için su yüksekliğinin $Q_{m50}$ ve $Q_{m500}$ debilerine göre karşılaştırması.	34
Şekil 4.24: Bent-2 için su yüksekliğinin $Q_{m50}$ ve $Q_{m500}$ debilerine göre karşılaştırması.	34

## TABLO LİSTESİ

	<u>Sayfa</u>
<b>Tablo 3.1:</b> Bent tipi karakteristikleri.....	18
<b>Tablo 3.2:</b> Odunsu malzeme miktarı. ....	18
<b>Tablo 3.3:</b> Deneyde kullanılacak yinelemeli taşkın debileri. ....	19
<b>Tablo 3.4:</b> Deney matrisi. ....	20
<b>Tablo 4.1:</b> Bent-1 ve Bent-2'ye ait sonuçlar ( $Q_{m50}$ ). ....	21
<b>Tablo 4.2:</b> Bent-1 ve Bent-2'ye ait sonuçlar ( $Q_{m500}$ ). ....	26

## ÖNSÖZ

Tez çalışma sürecimde desteklerini ve bilgilerini hiçbir zaman esirgemeyen her daim yanımda olan danışmanım Doç Dr. Nuray GEDİK'e,

Bu süreçte karşılaştığım engelleri aşmak için her türlü desteği bana sunan Doç. Dr. Altuğ YAVAŞ'a,

Birlikte çalışmaktan büyük keyif aldığım, bu sürece ilk adım attığım andan itibaren yanımda olan, bana tecrübeleriyle büyük katkı sağlayan yüksek lisans arkadaşım ve abim İbrahim AD'a,

Deneyselerimde yardım eden iş arkadaşım Erdem KÜÇÜKGÖNCÜ'ye,

Deneyseler düzenine tasarım ve imalatı başta olmak üzere her türlü malzeme ve ekipman konusunda her türlü desteği sunan saygıdeğer abim Ahmet KUŞÇUOĞLU ve MK Makina Konveyör Mer. İt.İh. Paz. San. Tic. Ltd. Şti.yöneticisi İlker KARANFİL'e,

Çalışma sürecim boyunca bana her türlü desteği sunan aileme ve beni her zaman motive eden, başaracağıma inanmamı sağlayan sevgili kız arkadaşım Esra TANRIVERDİ'ye sonsuz teşekkür ederim.

**Bahkesir, 2025**

**İsmail Furkan ÇİĞDEM**

# 1. GİRİŞ

Geçmişten günümüze, deprem, taşkın ve fırtına gibi doğal afetler, hem can hem de mal kayıplarına yol açmış ve birçok toplumda ekonomik ve sosyal etkiler bırakmıştır. Eski dönemlerde meteorolojik kökenli afetlere daha nadir rastlanırken, günümüzde nüfus artışı, kontrolsüz yapılaşma, yanlış tarım uygulamaları, orman tahribatı ve küresel ısınma gibi faktörlerin etkisiyle bu tür afetlerin sıklığı önemli ölçüde artmıştır (Yaşar Korkanç ve Korkanç, 2006).

Nüfus artışının hızlı bir şekilde gerçekleşmesi, yerleşim alanlarının plansız bir şekilde genişlemesine yol açmış, bu da bilinçsizce yapılan inşaatlar sonucu ormanların tahrip edilmesine ve toprakların beton ya da asfalt ile kaplanmasına neden olmuştur. Bu durum, topraktaki suyun sızma oranını azaltarak ani ve yoğun yağışların yüzeysel akışa dönüşmesine ve dere yataklarının taşmasına yol açmaktadır. Ayrıca, orman tahribatı, heyelan olaylarının sıklığının artmasına da zemin hazırlamaktadır. ABD'de yapılan bir araştırmaya göre, yol inşa edilen ormanlık alanlarda, yol yapılmayan alanlara kıyasla 315 adet daha fazla heyelan meydana geldiği gözlemlenmiştir (Aytemur, 2021).

## 1.1 Taşkın

Taşkın, Orman Mühendisi Yaşar Dinçsoy'a göre "Sellerin birleşmesiyle akarsu vadileri boyunca oluşan su kabarmaları sonucu akarsuyun yatağını aşarak yayılması ..." olarak ifade edilmiştir.



**Şekil 1.1:** İngiltere’de yeraltı suyu taşkını (Su Yönetimi Genel Müdürlüğü-SYGM,2017).

Taşkınların oluşumunda havzanın büyüklüğü, eğimi, şekli, jeomorfolojik özellikleri, bitki örtüsü, toprak yapısı ve yağış-akış dengesi gibi unsurlar kritik bir rol oynar. Taşkınları ve etkilerini artıran başlıca faktörler; iklim değişikliği, akarsu havzalarındaki bozulmalar, dere yatakları ve taşkın kontrol yapılarındaki olumsuz müdahaleler, taşkın riski taşıyan alanların plansız şekilde kullanımı, düzensiz kentleşme, kara ve demiryolu ağlarının yanlış planlanması ve yetersiz boyutlarda inşa edilen altyapı unsurları olarak özetlenebilir.

Taşkın yaşanan bölgelerde bitki örtüsü, jeolojik ve topoğrafik özellikler ile morfolojik yapı önemli ölçüde değişime uğramaktadır. İklim değişikliği, hatalı arazi kullanımı ve sanayinin gelişmesiyle birlikte taşkın olaylarının gelecekte daha sık ve şiddetli hale geleceği öngörülmektedir. Taşkınların neden olduğu tahribatı en aza indirmek ve toplumsal yapılar üzerindeki olumsuz etkileri azaltmak, alınacak önlemler ve stratejik planlamalar sayesinde mümkündür.

Sanayileşme ve sektör çeşitliliğinin etkisiyle hız kazanan şehirleşme süreci, akarsu havzalarında insan faaliyetlerinin yoğunlaşmasına neden olmaktadır. Bu durum, havza ekosistemindeki doğal dengeyi bozarak ciddi can ve mal kayıplarına yol açan taşkın afetlerini tetiklemektedir.

### **1.1.1 Ülkemizde Taşkın Durumu**

2023 yılında dünyada meydana gelen doğal afet sayısı, son 20 yılın ortalamasının üzerinde bir değer gösterirken, Türkiye için ise 1940 yılından bu yana kaydedilen en yüksek rakam olmuştur. Raporlara göre, özellikle 2000'li yıllara kadar düzensiz bir seyir izleyen taşkın sayılarında, 2000'li yıllardan sonra belirgin bir artış gözlemlenmektedir. Ayrıca, bu afetlerin sıklığı açısından en büyük oranı, aşırı yağışlardan kaynaklanan sel ve taşkın olayları oluşturmaktadır. 2023 yılındaki sel ve taşkın olaylarında en fazla afet görülen ilimiz Manisa olmakla birlikte Balıkesir'in de 6. sırada bulunmaktadır (Meteoroloji Genel Müdürlüğü-MGM, 2024).

Ülkemizde taşkınlar, depremlerden sonra en büyük ekonomik kayıplara neden olan doğal afetler arasında yer almaktadır. Mevcut verilere göre, taşkınlardan kaynaklanan ekonomik kayıp her yıl yaklaşık 300 milyon TL'yi bulmaktadır (SYGM,2017).

1975-2002 yılları arasında toplam 487 taşkın yaşanmış ve bu olaylarda 493 kişi hayatını kaybetmiştir. 2003-2015 döneminde ise toplam 722 taşkın meydana gelmiş ve bu taşkınlarda 227 can kaybı kaydedilmiştir (SYGM,2017).

Akarsu havzalarında taşkın kontrol tesislerinin hizmete girmesiyle, taşkınların sıklığı ve neden olduğu can kayıplarında belirgin bir azalma olduğu gözlemlenmektedir. Ancak ekonomik kayıplar açısından benzer bir azalmadan söz etmek zordur. Çünkü ekonomik büyüme ile taşkın riski taşıyan bölgelerdeki ekonomik değerler de artmaktadır. Sonuç olarak, daha düşük frekanslı bir taşkın, gelişme öncesindeki daha yüksek frekanslı bir taşkına kıyasla çok daha büyük ekonomik kayıplara yol açabilmektedir (SYGM,2017).



**Şekil 1.2:** İstanbul'da 2013 yılında yaşanan taşkın (SYGM,2017).



**Şekil 1.3:** Sapanca göl taşkını (SYGM,2017).

Taşkınların sanayileşmiş ülkelerde uzun vadede sağlık üzerindeki etkilerinin, fiziksel zararlarına kıyasla daha ciddi riskler oluşturduğu belirlenmiştir. Taşkın sularının, yaşanan kirlilikle birlikte toksinlerin artmasına yol açabileceği ve patojenlerin insan sağlığı üzerinde olumsuz etkiler yaratabileceği bilinmektedir. Bunun yanı sıra taşkınların toplumun ruh sağlığı üzerinde de önemli etkileri olduğu gözlemlenmiştir.

Taşkınlar sonucunda içme suyuyla bulaşan hastalıklar arasında kolera, hepatit ve tifo gibi ciddi enfeksiyonlar yer almaktadır. Ayrıca, gıda sıkıntısı gibi sorunların yaşanması, yetersiz beslenme ve buna bağlı hastalıkları tetikleyerek halk sağlığı üzerinde ek bir yük oluşturmaktadır.

## **1.2 Taşkın Önlemleri**

Taşkından korunmak ve/veya etkilerini azaltmak için taşkın olmadan önce alınabilecek birtakım önlemler mevcuttur. Bu önlemler yapısal ve yapısal olmayan önlemler olarak iki ana gruba ayrılabilir (SYGM,2017).

### **1.2.1 Yapısal Olmayan Önlemler**

Bu önlemlerin temel amacı, akiferlerin, toprağın ve ekosistemlerin su tutma kapasitesini artırmak ve bu özellikleri geliştirmekle birlikte koruma odaklı bir yaklaşım benimsemektir. Yapısal olmayan önlemler, taşkın ve kuraklık risklerini azaltmanın yanı sıra su kalitesini artırma, yer altı suyu rezervlerini yeniden doldurma ve doğal yaşam alanlarını iyileştirme gibi çok yönlü faydalar sağlama potansiyeline sahiptir. Bu yöntemler, sürdürülebilir su yönetimi stratejilerinin temel unsurları arasında yer alır. Maddeler halinde yapısal olmayan önlemler;

- Kent ormanları,
  - Çayır ve meralar,
  - Yeniden mendereslendirme,
  - Yeşil çatılar,
  - Sulak alan yönetimi,
  - Taşkın tahmini ve erken uyarı
- olarak sıralabilir.



**Şekil 1.4:** Fransa’da kent ormanı örneği (SYGM,2017).

## 1.2.2 Yapısal Önlemler

Yapısal önlemler, taşkınların olası etkilerini azaltmak veya tamamen önlemek amacıyla fiziksel yapıların, sistemlerin veya altyapıların tehlike direnci ve dayanıklılığını artırmak için belirli yöntem ve teknolojilerin uygulanmasını ifade eder. Bu önlemler, taşkın risk yönetimi stratejilerinde kritik bir rol oynar. Bu önlemler;

- Duvarlı taş tahkimat,
- Taşkın koruma maksatlı barajlar,
- Seddeler,
- Sel kapanları,
- Islah sekileri,
- Taban kuşakları ve britler,
- Tersip bentleri,

olarak sıralanabilmektedir.

### 1.2.2.1 Tersip Bentleri

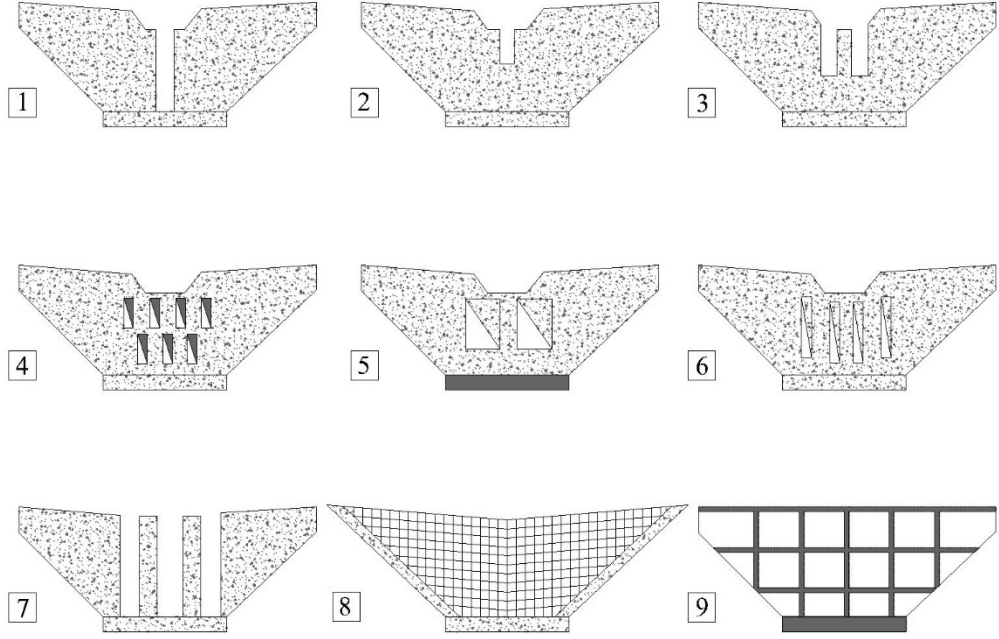
Yüksek hacimli sediment taşıyan akarsularda, sedimenti mansaba iletmeden tutmayı amaçlayan ve dere eksenine dik olarak inşa edilen yapılara tersip bendi denir (Şekil 1.6). Bu yapılar, suyun bende çarpmasıyla taşınan malzemelerin çökmesini sağlar ve sedimenti rezervuarında biriktirir. Tersip bentlerinin birincil işlevi koruyucu nitelikte olmakla birlikte,

suyun enerjisini azaltma ve dere yatağı eğimini dűşürme gibi ıslah sekilerine benzer görevler de üstlenir. Ancak rezervuarı dolduğunda tersip bentleri, ana işlevlerini yerine getiremeyip ıslah sekisi olarak çalışmaya devam eder. Bu nedenle, bent rezervuarlarında biriken malzemelerin düzenli periyotlarla temizlenmesi gerekmektedir (Dinçsoy, 2008).



**Şekil 1.5:** Tersip bendi.

Tersip bentleri, su içinde asılı duran ya da suyla birlikte taşınan sedimentlerin yakalanmasında oldukça etkilidir. Ancak yukarı havzanın ağaçlık olması durumunda dere yatağına taşınan odunsu malzemeleri yakalama konusunda yeterince verimli değildir. Bunun nedeni, odunsu malzemenin suyun yüzeyinde hareket etmesi ve bende çarptığında yüzeyde kalmaya devam etmesidir. Bu malzemeler, bendin üzerinden aşarak mansap bölgesindeki köprü ve menfez gibi yapıların tıkanmasına neden olabilir ve böylece taşkın riskini artırır.



**Şekil 1.6:** 1-9 geçirgen tersip bendi, 8 moloz bariyeri, 9 çelik bariyer (DSİ, 2019).

Geçirgen tersip bentleri diğer tersip bentlerinden farklı olarak, istenilen çapta rüsubatın yapı rezervuarında tutulmasına veya istenilen çapta rüsubatın mansaba geçişine olanak sağlayan, akarsu yataklarında balık geçişlerine de imkan veren, periyodik olarak temizlenmesi gereken enine yapılardır (Şekil1.7).



**Şekil 1.7:** Geçirgen tersip bendi.

### **1.3 Çalışmanın Amacı**

Klasik tersip bentlerinin, taşkın havzasında bulunan ve afet anında sürüklenmeye başlayan odunsu malzemeyi tutma konusunda oldukça etkili olmadığı bilinmektedir. Çünkü odunsu malzeme suyun yüzeyinde hareket ettiğinden, tersip bentlerinin üzerinden kolayca aşarak mansapta bulunan köprü ve menfez gibi yapıları tıkayabilir, bu da taşkın zararlarının artmasına yol açar. Geçirgen tersip bentleri, ağaç gövdesi, dal, kök gibi odunsu malzemeyi tutabilse de, yoğun miktarda gelen odunsu malzeme ile kısa sürede tıkanarak klasik tersip bentlerine benzer şekilde işlev görmeye başlar. Bu durum, yapının ana işlevinden sapmasına neden olmaktadır.

Bu çalışma, geçirgen tersip bentlerindeki odunsu malzemeyi tuzaklamak için literatürde bulunan bent türlerinin boşluk oranlarının değiştirilerek tuzaklama kapasitelerini deneysel olarak karşılaştırmayı amaçlamaktadır. İki farklı boşluk oranına sahip geçirgen tersip bendinin tuzaklama kapasitesinin belirlenmesi için bir dizi deneysel çalışma gerçekleştirilmiş ve elde edilen sonuçlar detaylı bir şekilde incelenmiştir.

## 2. LİTERATÜR TARAMASI

Dünyada ve ülkemizde geçirgen tersip bentleriyle ilgili çok sayıda çalışma yapılmıştır. Bu çalışmaların bazıları deneysel model, bazıları sayısal model, bazıları ise literatür araştırması şeklinde olmuştur. Bentlerde genel olarak katı madde ve odunsu malzeme birlikte kullanılmış olsa da az sayıda sadece odunsu malzeme tuzaklamasına odaklanmış çalışma bulunmaktadır. Aşağıda bu tez çalışmasının konusu çerçevesinde yapılmış çalışmaların özet bilgileri sunulmuştur.

Rossi vd. (2019) taşkın esnasında sürüklenen sediment ile odunsu malzemenin tuzaklanması arasındaki ilişkiyi deneysel olarak incelemiştir. Deneyde tek yarıklı bir bent kullanılmıştır. Bütün etkileri açık bir şekilde gözlemlemek için homojen bir sediment modeli kullanılmıştır. Ayrıca odunsu malzemeyi daha efektif tuzaklamak için bendin önüne eğimli çubuk yüzeyler eklenerek deneyler yapılmış, bu çubukların eğimleri değiştirilerek bendin odunsu malzeme yakalama verimliliği artırılmaya çalışılmıştır.

Wright (2010) çalışmasında askeri üslerde erozyon kontrolü için tersip uygunluğunu değerlendirmiştir. Beş farklı tersip bendi türü kullanılarak, askeri eğitim alanlarında oluşan sediment kaybının azaltılması hedeflenmiştir. Sonuçlar, tüm yapıların sediment miktarını başarılı bir şekilde azalttığını göstermiştir.

Schwindt vd. (2018) küçük taşkınlarda mansap bölgesinde bulunan ekolojik morfolojik dengeyi korumak için, kılavuz kanalı bulunan bir geçirgen tersip bendi modelini deneysel olarak incelemektedir. Bu model büyük ve tehlikeli taşkınlarda sediment taşınımını engellerken, küçük taşkınlarda istenmeyen yakalamayı önlemektedir.

Schalko vd. (2019) nehirlerde biriken odunsu malzemelerin memba bölgesindeki su yüksekliğine etkisini deneysel olarak incelemiştir. Deneyler sabit ve hareketli bir kanalda yapılmış ve değişken katı madde ve odunsu malzeme ile gerçekleştirilmiştir. Çalışmanın sonucunda durgun su yükselmesini tahmin etmek için bir denklem ve birikme faktörü oluşturulmuştur.

Schwindt vd. (2016) tersip bentlerindeki açıklık oranının sediment geçişine olan etkisi deneysel olarak incelemiştir. Geçirgen tersip bentleri, taşkın koruma amaçlı kullanılırken

aynı zamanda sediment birikimini de etkiler. Tersip bentlerindeki açıklıkların genişliği, gereğinden daha fazla ya da daha az sediment biriktirilmesine yol açabilir.

Schalko vd. (2021) odunsu malzemenin sediment tuzaklama kapasitesine olan etkisini deneysel olarak incelemiştir. Taşkınlar esnasında sediment değil, odunsu malzemeler de bentleri tıkayabilmekte, bu da bentlerin tasarımını etkilemektedir. Sonuçlar, akış kesitinin %20'sini tıkayan odunsu malzemenin sediment taşınımını %50 oranında azalttığını göstermiştir.

Kim vd. (2021) Güney Kore'nin Ulleung-do Adası'ndaki taşkın olaylarını incelemiş ve bu taşkınlar için farklı tersip bendi tiplerinin akışı azaltma ve taşkından korunma etkisini analiz etmiştir. Klasik ve geçirgen tersip bentlerinin, taşkın afetinin yol açtığı hasarı önemli ölçüde azalttığını gözlemiştir.

Shima vd. (2016) çelik geçirgen tersip bentleri kullanılarak taşkın tehlikelerinin önlenmesi ve azaltılmasını deneysel olarak incelemiştir. İlk olarak saha gözlemleri yapılarak, tehlikeli taşkınların çelik geçirgen tersip bentleri tarafından tuzaklandığı gerçek vakalar incelenmiştir. Bunun için dört farklı senaryoya belirlenmiş ve çelik geçirgen tersip bendinin bu senaryolara göre güvenliği incelenmiştir. Çelik geçirgen tersip bentleri, taşkın tehlikelerinin önlenmesi ve azaltılmasında etkili bir çözüm sunduğu görülmüştür.

Ruiz-Villanueva vd. (2016) büyük odunsu malzemelerin davranışını inceleyerek nehir havzalarındaki birikimlerinin ve hareketlerinin incelenmesi için yapılan çalışmalarını değerlendirmiştir. Klasik ve geçirgen tersip bentlerinin, odunsu malzemenin kontrollü bir şekilde taşınması ve depolanması için çok büyük öneme sahip olduğu görülmüştür.

Schalko vd. (2018) taşkın esnasında sürüklenen büyük odunsu malzemelerin, nehirlerin üzerindeki yapıları tıkayarak memba kısmındaki su yüksekliğinin arttırmasını ve dere yatağındaki oyulmalarını deneysel olarak incelemiştir. Hareketli bir kanalda, yağış akış koşulları ve yatak malzemesi değiştirilerek deneyler tekrarlanmıştır. Çalışma, odunsu malzeme birikimlerinin neden olduğu oyulmanın, memba su yükselmesini azalttığı hipotezini doğrulamaktadır.

Borja vd. (2021) dünya genelinde yapılmış olan tersip bentlerinin işlevselliğini ve ne kadar etkin olduğuna yönelik bir inceleme yapmakta ve bu projelerin başarısızlıkları ile bunların nedenlerini ele almaktadır. Kapsamlı bir literatür taraması yapılmış ve tersip bentlerinin hidrolojik, jeomorfolojik ve ekolojik olarak inceleyerek uzun vadeli etkinliğine dair bilgi boşlukları ortaya konulmuştur.

Chan vd. (2019) geçirgen tersip bentleri için yeni bir boşaltma modeli öneren deneysel bir çalışma yapmıştır. Geçirgen tersip bendi trapez bir savak ve altındaki dikdörtgen boşluktan oluşmaktadır. Bu bent için iki akış koşulu belirlenmiş ve deşarj için iki denklemin bir kombinasyonu önerilmiştir. Sonuçlar, kesit oranı ile deşarj katsayısının büyük oranda ilişkili olduğunu göstermiştir.

Hashimoto vd. (2016) ızgara tip geçirgen tersip bentlerinde tortu ve odun akışının davranışları deneysel olarak incelemiştir. Deneyler, odun parçalarının farklı hızlarda hareket ettiğini, ızgara önünde birikerek ızgarayı tıkadığını ve bu durumun tortu birikimini arttırdığını ortaya koymaktadır.

Maricar vd. (2011) Japonya'nın Yamaguchi bölgesinde meydana gelen bir taşkında, art arda yerleştirilmiş iki tersip bendinin sediment ve odunsu malzeme birikimine etkisini analiz etmiştir. İki tersip bendinin de moloz birikim profilini büyük ölçüde etkilediği gözlemlenmiştir.

Karşlıoğlu (2024) tersip bentlerinin kararsız akış altındaki davranışlarını HEC-RAS programı ile sayısal olarak analiz etmiştir. Analizlerde klasik, yarı geçirgen, ayaklı geçirgen ve dalgakıran tip geçirgen tersip bentleri kullanılmış olup kararsız akış altında nehir yataklarında meydana gelen oyulmalar, akış değişimi ve sediment hareketleri incelenmiştir.

Piton vd. (2020) geçirgen tersip bentlerinde biriken odunsu malzemenin taşkın sırasındaki akış seviyesi üzerindeki etkisi deneysel olarak araştırmıştır. Deneylerde dört farklı tersip bendi ile çalışılmış, her biri için odunsu malzemenin su derinliğindeki artışını hesaplamak için boyutsuz katsayılar kullanılarak bir analiz yapılmıştır. Akış derinliğinin klasik (trapez savaklı) tersip bendinde %5 ila %40, yatay ve düşey yarıkli bentlerde %20 ila %60, ayaklı tersip bentlerinde %50-%200 oranında artabileceği görülmüştür. Ayrıca taşma yükseklikleri odunsu malzeme çaplarının 3 ila 5 katından daha yüksek olduğunda odunsu malzemelerin yapıların üzerinden aşabileceği vurgulanmıştır.

Anılan vd. (2023) odunsu malzemenin geçirgen tersip bentlerini tıkamasını önlemek için deneysel çalışmalar yapılmıştır. Dağlık bölgelerde meydana gelen taşkınlarda, sürüklenen odunsu malzemeler menfez, köprü gibi kesitleri tıkayarak ciddi tehlikelere neden olmaktadır. Bu nedenle nehirdeki odunsu malzemelerin tutulması çok önemlidir. Geçirgen tersip bentleri, odunsu malzemenin tuzaklanması için yaygın kullanan yapılardır. Ancak bu yapılar da büyük taşkınlarda odunsu malzeme ile tıkanıklarında işlevlerini yerine getirememektedir. Çalışmanın sonucunda yeni bir geçirgen tersip bendi modeli önerilmiştir.

Aytemur (2021) farklı boyutlardaki geçirimli tersip bentlerinin, farklı akış koşullarındaki hidrolik davranışını incelemiştir. Sonuçlar ışığında bazı tasarım ilkeleri belirlenmesi amacıyla deneysel ve numerik model çalışmaları yapılmıştır. Nehir rejimi akımı için farklı debilerde hidrolik özellikleri incelenmiş, özgül enerjinin debi ve su derinliğiyle değişimi, enerji kayıpları belirlenmesi amaçlanmıştır. Deneysel 400cm uzunluğunda, 40 cm genişliğinde ve 30 cm yüksekliğinde dikdörtgen kesitli bir kanal kullanılmış ve bu kanalın içerisine ayaklı geçirgen tersip bendi modeli konulmuştur. Deneysel sonuçlar sayısal olarak FLOW-3D HAD programı ile analiz edilmiştir. Bent modellerinin akımın enerjisini önemli derecede azalttığı tespit edilmiştir. Tip-1 ve Tip-2 bentleri hidrolik sıçrama ve su yüzü dalgalanmaları sebebiyle sayısal modelle uyum sağlayamamış olsa da Tip-3 bendi ile ilgili deney verileri sayısal modelle tam uyum sağlamıştır.

Piton (2017) geçirgen tersip bentlerinin sediment taşınımındaki düzenleyici etkisini incelemiş ve taşkın kontrolü sağlarken ekolojik etkileri en aza indiren çözüm yöntemleri önermiştir.

Sun vd. (2018) taşkın tehlikesinin azaltılmasında yaygın olarak kullanılan kırıli geçirgen tersip bentlerinin sediment tutma ile akış düzenleme özelliklerini belirlemeye yönelik ampirik denklemler elde etmek için birtakım deneyler yapmış, bu deneylerle taşkın debisinin pik deşarji ile sediment tutma oranlarını ölçmüştür. Sediment tutma oranı açıklıkla azalmış, sediment konsantrasyonuyla artmıştır. Sonuçlar, ampirik denklemler kullanılarak hesaplanan değerlerin, deneysel çalışmaları ile uyum içinde olduğunu ve sapmanın kabul edilebilir olduğunu göstermiştir.

Sun vd. (2020) tersip bentlerinin sediment yakalama ve akış düzenleme performansını deneysel olarak incelemiştir. Deneysel bir klasik tersip bendi, üç adet de geçirgen tersip

bendi modeli kullanılmıştır. Deneyler sonucunda geçirgen tersip bentlerinin, klasik tersip bentlerine göre akış süresini daha uzatıp akıntının hızını düşürdüğü için daha işlevsel olduğu görülmüştür. Yatay açıklıklara sahip bentlerin ise dikey ya da dikdörtgen pencere tiplere göre akış düzenleme oranının daha düşük olduğu görülmüştür.

Piton vd. (2022) büyük kayaçlar, kanyon gibi doğal veya yarıklı tersip bendi gibi yapay geçitlerde sıkışarak taşkın akışı hızı ile etkileşimi modellemek için sayısal bir model kullanarak yeni bir bent tipi önererek daralma noktasında kayaç tuzaklamasını öngören bir istatistiksel model geliştirmiştir. Bu bent modelinden akışı güvenilir bir şekilde kontrol etmek için yatay elemanların gerekli olduğunu bulunmuştur.

Furlan vd. (2018) ayaklarla desteklenmiş dolusavaklarda büyük odun kaynaklı tıkanma olasılıklarını deneysel olarak incelemiştir. Dolusavak gibi kritik yapılar tıkanıldığında deşarj kapasitesi azalır, rezervuar su seviyesinde artış meydana gelebilir. Çalışmanın doğruluğu için yapılan deneyler istatistiksel olarak analiz edilmiştir. Güven aralıklarını hesaplamak için iki istatistiksel yöntem uygulanmıştır.

Akçalı (2022) odunsu malzeme sebebiyle işletme aşamasında hızla tıkanıp işlevini yerine getiremeyen geçirgen tersip bentlerine alternatif olarak tasarlanan gemiburnu modeli geçirgen tersip bendini deneysel olarak incelemiştir. Deneylerde 1400 cm uzunluğunda, 80 cm genişliğinde ve 25 cm yüksekliğinde dikdörtgen kesitli bir kanal kullanılmış ve bu kanalın içerisine üç farklı tipte geçirgen tersip bendi modeli konulmuştur. Farklı uzunluk ve çaptaki odunsu malzeme konanstrasyonu için altı farklı senaryo ile çalışmalar yapılmıştır. Sonuçlar gemiburnu geçirgen tersip bendi tipinin hızlı tıkanma ve üstten aşma sorununa karşı diğer bentlere göre daha etkili olduğunu göstermiştir.

### 3. YÖNTEM

#### 3.1 Model Teorisi

Akışkanların hareketiyle ilgili problemlerde, etkili parametrelerin fazlalığı teorik çözümü oldukça zorlaştırmaktadır. Bu nedenle, genellikle deneysel çalışmalar çözüm için tercih edilmektedir.

Teorik çözümler mümkün olsa dahi, bu çözümlerin doğruluğunun ve geçerliliğinin sağlanabilmesi için yine deneysel verilere ihtiyaç duyulmaktadır. Deneysel çalışmalar ise, problemin ilgili olay veya yapısının laboratuvar ortamında bir modelinin oluşturulması ve benzerlik koşullarının sağlanması yoluyla gerçekleştirilir. Örneğin, L uzunluğunun ölçeği Denklem 3.1'de gösterilen şekilde ifade edilebilir.

$$L_r = \frac{L_m}{L_p} \quad (3.1)$$

Temelde, Froude ve Reynolds olmak üzere iki farklı model bulunmaktadır. Serbest yüzeyli akımlarda Froude modeli, basınçlı akımlarda ise Reynolds modeli kullanılır (Sümer vd., 1983). Bu çalışmada serbest yüzeyli akım kullanılarak deneyler yapıldığından, Froude modeli tercih edilmiştir.

Froude modelinde, sırasıyla hız ölçeği  $V_r$ , zaman ölçeği  $T_r$  ve debi ölçeği  $Q_r$  aşağıdaki gibi ifade edilmektedir.

$$V_r = L_r^{1/2} \quad (3.2)$$

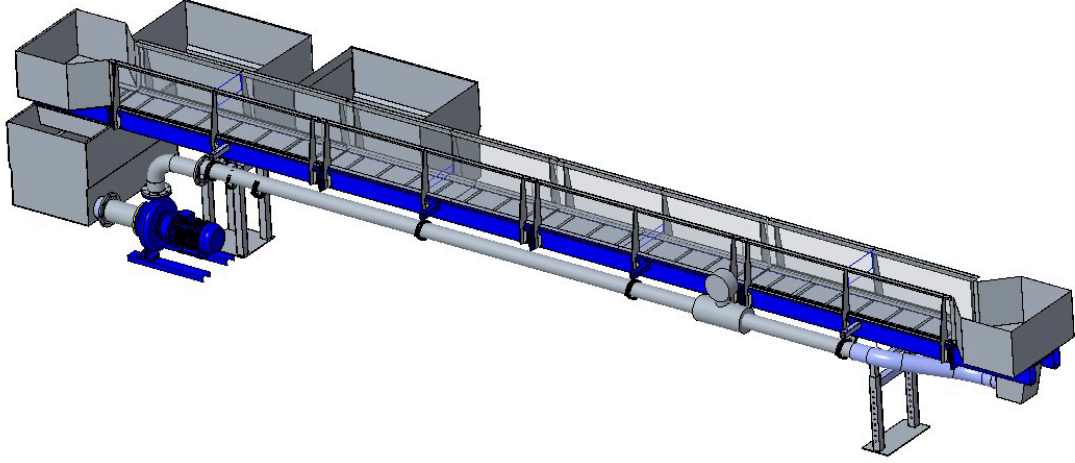
$$T_r = L_r^{1/2} \quad (3.3)$$

$$Q_r = L_r^{5/2} \quad (3.4)$$

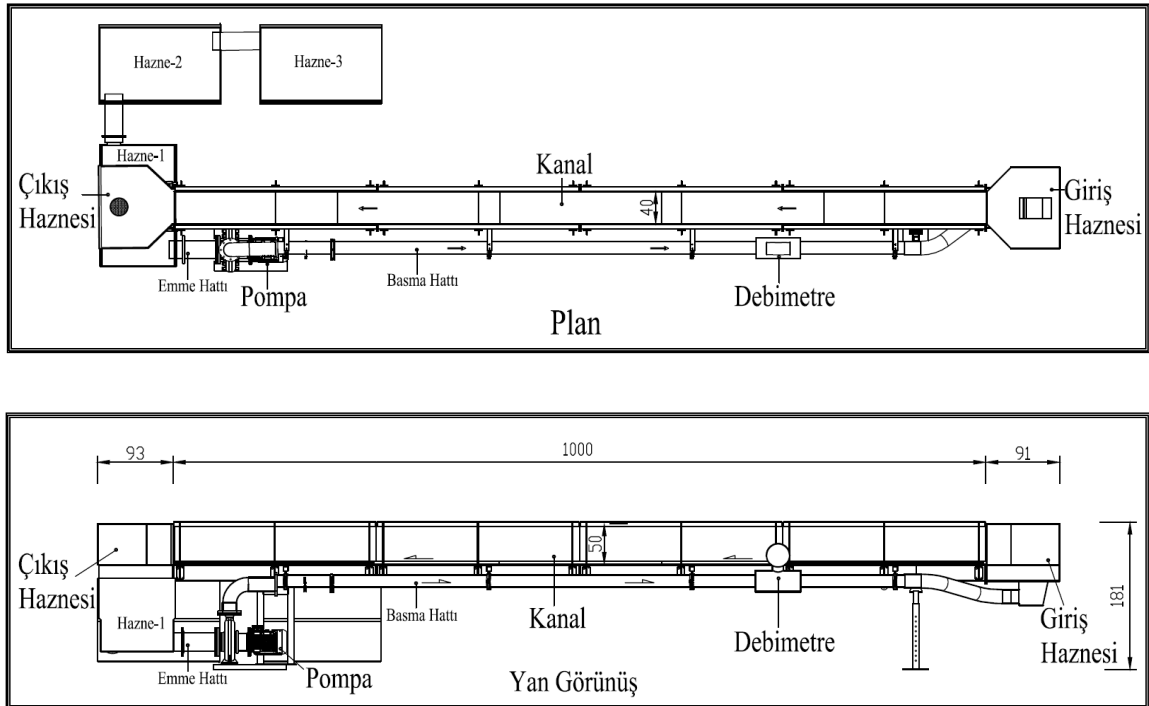
#### 3.2 Kullanılan Materyaller

Geçirgen tersip bentleri ile ilgili deneyler için Balıkesir Üniversitesi hidrolik deney laboratuvarında 10 m uzunluğunda, 40 cm genişliğinde ve 50 cm yüksekliğinde dikdörtgen kesitli, eğimi ayarlanabilen ve yanları cam bir kanal oluşturulmuştur (Şekil 3.1). 10 m'lik kanalın giriş ve çıkış ağzında devir daim olan suyu toplayıp düzenlemek için iki adet hazne bulunmaktadır. Giriş haznesinden önce kanala, sonra ise çıkış haznesine ulaşan su, odunsu malzemelerin yakalanması için çıkış haznesinin altındaki delikten önce altındaki eleğe,

oradan da birbirine bağı olan üç adet haznenin içine dökülür. Bu haznelerden pompa aracılığıyla çekilen su çelik borular yardımıyla suyu yeniden giriş haznesine basar. Hat üzerinde bulunan elektromanyetik debimetre ile geçen suyun debisi ölçülür (Şekil 3.2).



Şekil 3.1: Üretim öncesi tasarlanan açık kanal modeli.



Şekil 3.2: Üretim öncesi çizilen kesit ve plan.



**Şekil 3.3:** Deneylerde kullanılan açık kanal.



**Şekil 3.4:** Deneylerde kullanılan pompa.

Deneyde  $Q=216,90 \text{ m}^3/\text{h}$  debiyi  $H_m=3,5 \text{ m}$  yüksekliğe basabilen  $3 \text{ kW}$  gücünde ve  $1000 \text{ rpm}$  devirli bir pompa ile  $30\text{-}600 \text{ m}^3/\text{h}$  arasını  $\%0,2\text{-}0,5$  hassasiyetle ölçen DN150 bağlantılı elektromanyetik debimetre kullanılmıştır.

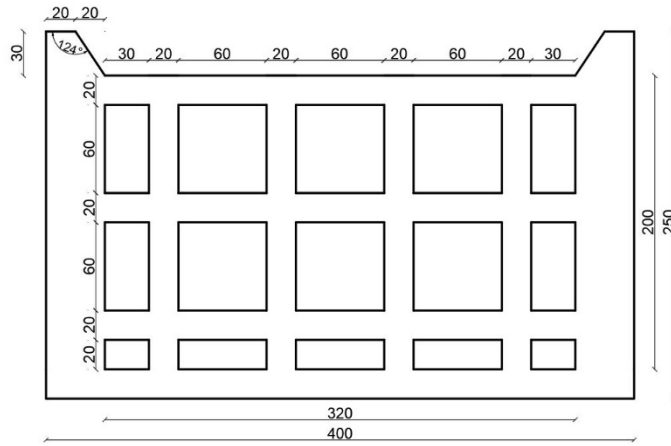


**Şekil 3.5:** Elektromanyetik debimetre.

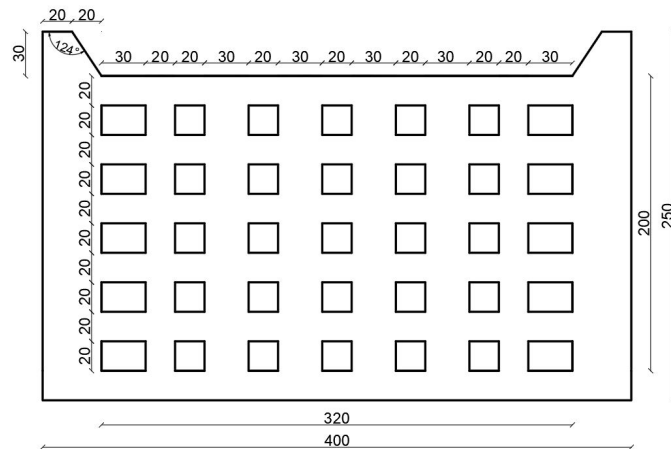
Su yükseklikleri ölçümü, ikisi tersip bendi modelinin membaında, ikisi mansabında olmak üzere dört adet ultrasonik seviye ölçer sensör ile yapılmış olup veriler ayrıca kanala yapıştırılmış cetvel ile doğrulanmıştır. Deneyler esnasında modelin davranışını gözlemlemek amacıyla, biri bent modelini yandan, diğeri ise mansap tarafından görecekte şekilde iki adet kamera ile 1080 p 60 kare/s görüntü kaydı alınmıştır.

### 3.3 Deneylerde Kullanılan Tersip Bendi Modelleri

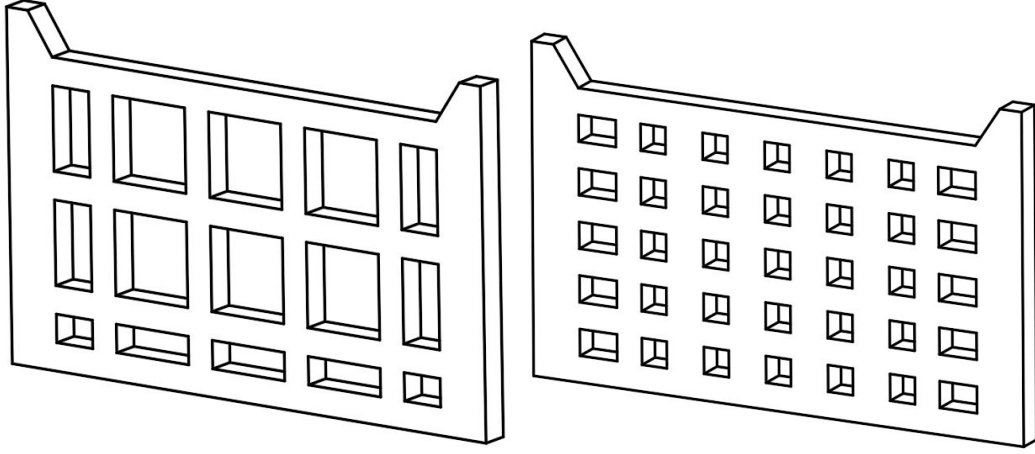
Deneylerde kullanılan tersip bendi modelleri 2 cm kalınlığında, geçirimsiz, suya dayanıklı ve kolay şekil verilebilen PE300 polietilen malzemeden yapılmıştır. Tersip bentleri tasarımları yapılırken, her bir bentteki boşluk alanının bendin toplam yüzey alanına oranı değiştirilmiştir. Bu sayede bentteki boşluk oranı değişiminin tuzaklama kapasitesine etkisinin incelenmesi amaçlanmaktadır.



Şekil 3.6: Bent-1.



Şekil 3.7: Bent-2.



**Şekil 3.8:** Deneylerde kullanılan bentlerin üç boyutlu gösterimleri.

Deneylerde kullanılan model tersip bentlerinin boşluk oranları birbirinden farklı seçilmiştir. Bu nedenle Bent-1 ve Bent-2 modellerinin boşluk hacimleri birbirinden farklı olacaktır. Bu durum maliyetlerinin de farklı olacağını göstermektedir. Tablo 3.1’de model bentlerin boşluk oranı karşılaştırması verilmiştir.

**Tablo 3.1:** Bent tipi karakteristikleri.

Bent Tipi	Boşluksuz Hacim (cm <sup>3</sup> )	Dolu Hacim (cm <sup>3</sup> )	Boşluk Hacmi (cm <sup>3</sup> )	Boşluk Oranı (%)
Bent-1	1796	1124	672	37
Bent-2	1796	1476	320	18

### 3.4 Odunsu Malzeme Özellikleri

Odunsu malzeme olarak özgül ağırlığı 0,64 g/cm<sup>3</sup> olan, çapları 6 mm, 8 mm ve 9,5 mm olan ahşap çubuklar kullanılmıştır (Şekil 3.7). Her bir çaptaki çubuklardan 6 cm, 9 cm ve 12 cm boyunda kullanılmıştır. Toplamda odunsu malzeme miktarı Tablo 3.2’deki gibi gösterilmiştir.

**Tablo 3.2:** Odunsu malzeme miktarı.

	6 mm	8 mm	9,5 mm
6 cm	100 adet	100 adet	100 adet
9 cm	100 adet	100 adet	100 adet
12 cm	100 adet	100 adet	100 adet



**Şekil 3.9:** Deneyde kullanılan ahşap çubuklar.

### 3.5 Deney Programı

Deney parametresi olarak kullanılacak olan yinelemeli taşkın debileri Tablo 3.3’de verilmektedir.

**Tablo 3.3:** Deneyde kullanılacak yinelemeli taşkın debileri.

Yinelemeli Dönem (yıl)	2	5	10	25	50	100	500	1000	10000
Debi (m <sup>3</sup> /s)	34,67	55,79	70,38	89,39	103,83	118,47	151,75	166,08	213,69

DSİ Genel Müdürlüğü “Akarsu Islahı, Taşkın ve Rüşubat Kontrol Yapıları Uygulama Projeleri Yapım İşi Genel Teknik Şartnamesi”ne göre taşkın kontrol yapılarını yerleşim yerleri dışında  $Q_{10}$ +Hava Payı ile  $Q_{50}$  yinelemeli taşkın debilerini kullanmaktadır. Bu sebeple deney debileri olarak  $Q_{50}$  ve  $Q_{500}$  yinelemeli taşkın debileri kullanılmıştır. Söz konusu debiler 1/35’lik ölçekli olarak hesaplanarak model debisi,  $Q_{m50}= 51,204 \text{ m}^3/\text{h}$  ve  $Q_{m500}=75,406 \text{ m}^3/\text{h}$  olarak belirlenmiştir. Her bir tersip bendi için bu debi değerlerine göre deneyler yapılmıştır.

Deneyler her odunsu malzeme çapı ve boyu için iki farklı malzeme sayısına göre yapılmıştır (N=60 ve N=100 adet). Odunsu malzemeler her bir deney için, taşkın anında dere yatağında bulunduğu düşünen ağaç veya tomrukları temsil etmesi için toplam odunsu malzeme sayısının 2/3'ü kanal yatağına rastgele yerleştirilmiştir. Geriye kalan 1/3'ünün ise daha üst havza ve yan derelerden gelen materyali temsil etmesi için, deneyin 20. saniyesinde yarısı, 40. saniyede ise diğer yarısı kanala bırakılmıştır. 20 sn ve 40 sn değerleri, 20. saniyede bente çarpan suyun geriye doğru kabarak düzgün bir su yüzü profili oluşturmasının tamamlanması, 40. saniyede ise proje debisinin sabit ve kararlı hale gelmesi dikkate alınarak seçilmiştir. Toplam deney süresi 1 dk olarak belirlenmiştir. 1. dakikanın sonunda deney sonlandırılmış ve akış sonlandıktan sonra tuzaklanan malzemeler sayılmıştır. Deney süresince memba kısmındaki iki adet ultrasonik seviye ölçer ile su yükseklikleri ölçülmüştür. Deney sonunda bendin mansabına geçen odunsu malzeme sayıları kaydedilmiştir. Her bir bent tipi için Tablo 3.4'deki deney matrisinde de görüldüğü 18 farklı deney tasarlanmıştır. Her bir deney üç kez tekrarlanmış olup toplamda her bir debi ve bent tipi için 54 adet deney yapılmıştır. Analizler yapılırken her üç deney tekrarında bulunan değerlerin aritmetik ortalaması kabul edilmiştir. Bütün deneyler için 1080p 60 kare/s görüntü kaydı alınmıştır.

**Tablo 3.4:** Deney matrisi.

Deney No	Odunsu Malzeme		
	D (mm)	L (cm)	N (adet)
1	6	6	100
2	6	9	100
3	6	12	100
4	8	6	100
5	8	9	100
6	8	12	100
7	9.5	6	100
8	9.5	9	100
9	9.5	12	100
10	6	6	60
11	6	9	60
12	6	12	60
13	8	6	60
14	8	9	60
15	8	12	60
16	9.5	6	60
17	9.5	9	60
18	9.5	12	60

## 4. BULGULAR

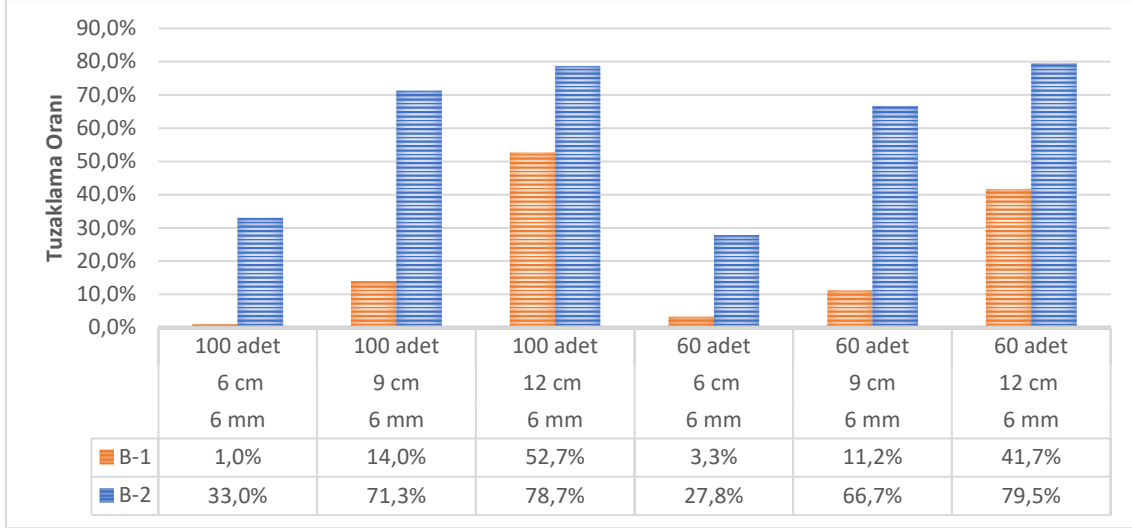
Tablo 3.4'te gösterilen matriste görüldüğü üzere  $Q_{m50}$  debisi için her bir bentte 54 adet olmak üzere toplam 108 adet deney yapılmıştır. Daha önce de belirtildiği üzere, her deneyden üç tekrar yapılmış olup bu sonuçların ortalaması alınmıştır. Memba su yüksekliği için ise her iki ultrasonik seviye ölçerden alınan verilerin ortalaması alınmış olup, daha sonra bu iki seviye ölçerin de ortalaması alınarak memba su yüksekliği tespit edilmiştir.

### 4.1 $Q_{m50}$ Debisine Ait Sonuçlar

$Q_{m50}$  debisi için Bent-1 ve Bent-2'ye ait deney sonuçları Tablo 4.1'de verilmiştir.

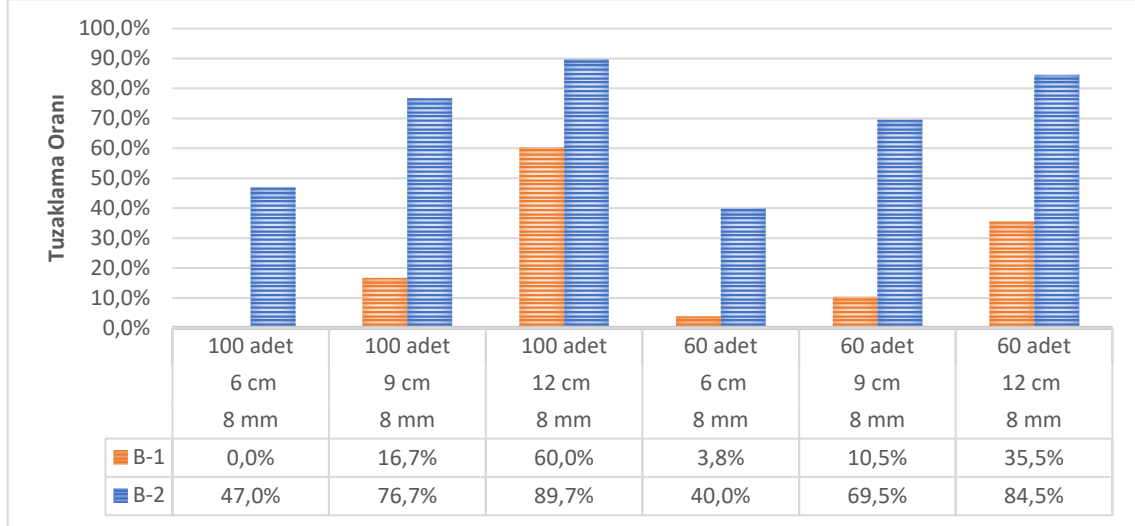
**Tablo 4.1:** Bent-1 ve Bent-2'ye ait sonuçlar ( $Q_{m50}$ ).

Deney No	Odunsu Malzeme			Bent-1			Bent-2		
	D (mm)	L (cm)	N (adet)	Tuzaklama Ort. (adet)	Tuzaklama Oranı (%)	Memba Su Yüksekliği Ort. (cm)	Tuzaklama Ort. (adet)	Tuzaklama Oranı (%)	Memba Su Yüksekliği Ort. (cm)
1	6	6	100	1,0	1,0	13,6	33,0	33,0	19,3
2	6	9	100	14,0	14,0	15,1	71,3	71,3	19,5
3	6	12	100	52,7	52,7	16,4	78,7	78,7	19,5
4	8	6	100	0,0	0,0	13,7	47,0	47,0	18,9
5	8	9	100	16,7	16,7	14,9	76,7	76,7	19,5
6	8	12	100	60,0	60,0	16,4	89,7	89,7	19,2
7	9.5	6	100	6,7	6,7	13,4	49,3	49,3	18,9
8	9.5	9	100	31,0	31,0	14,9	87,0	87,0	18,9
9	9.5	12	100	68,3	68,3	16,1	93,0	93,0	19,2
10	6	6	60	2,0	3,3	13,9	16,7	27,8	18,6
11	6	9	60	6,7	11,2	14,2	40,0	66,7	19,4
12	6	12	60	25,0	41,7	15,1	47,7	79,5	19,6
13	8	6	60	2,3	3,8	14,1	24,0	40,0	19,1
14	8	9	60	6,3	10,5	14,6	41,7	69,5	19,6
15	8	12	60	21,3	35,5	15,5	50,7	84,5	19,4
16	9.5	6	60	2,0	3,3	13,6	26,0	43,3	19,1
17	9.5	9	60	9,3	15,5	14,7	44,0	73,3	19,6
18	9.5	12	60	33,7	56,2	16,1	52,0	86,7	19,6



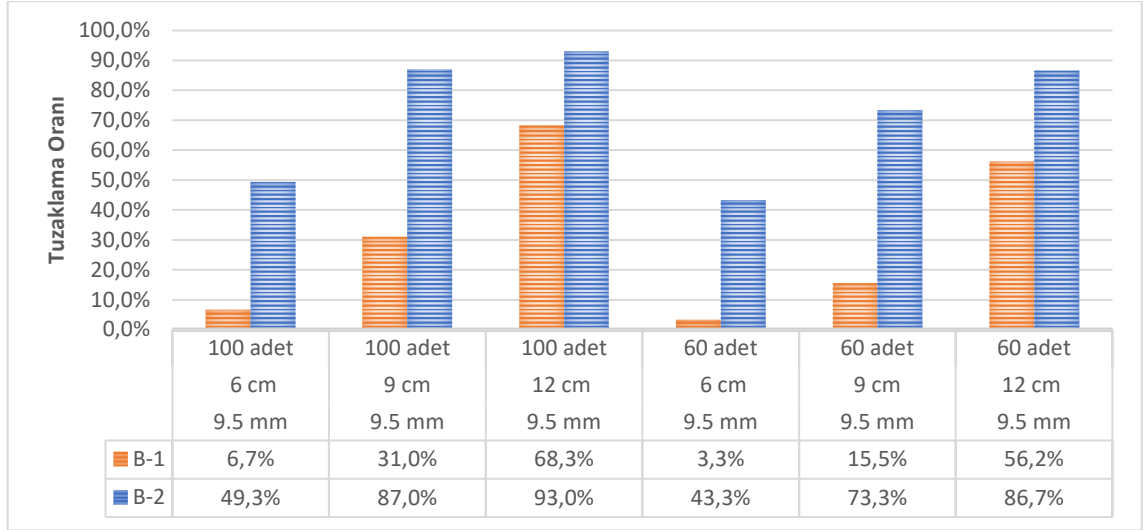
**Şekil 4.1:** 6 mm tuzaklama oranı karşılaştırması.

$Q_{m50}$  debisi altında 6 mm çapında odunsu malzeme için 6 farklı deney seti yapılmış olup, bu 6 deneydeki tuzaklama oranı ortalaması Bent-1 için %20,60 , Bent-2 için ise %59,50 olarak hesaplanmıştır (Şekil 4.1).



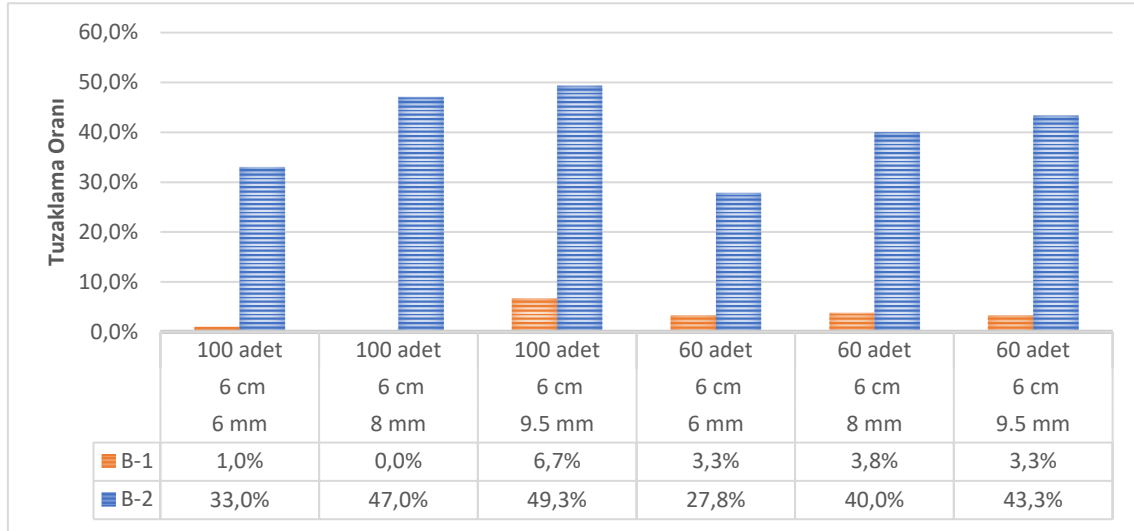
**Şekil 4.2:** 8 mm tuzaklama oranı karşılaştırması.

$Q_{m50}$  debisi altında 8 mm çapında odunsu malzeme için 6 farklı deney seti yapılmış olup, bu 6 deneydeki tuzaklama oranı ortalaması Bent-1 için %21,10 , Bent-2 için ise %67,90 olarak hesaplanmıştır (Şekil 4.2).



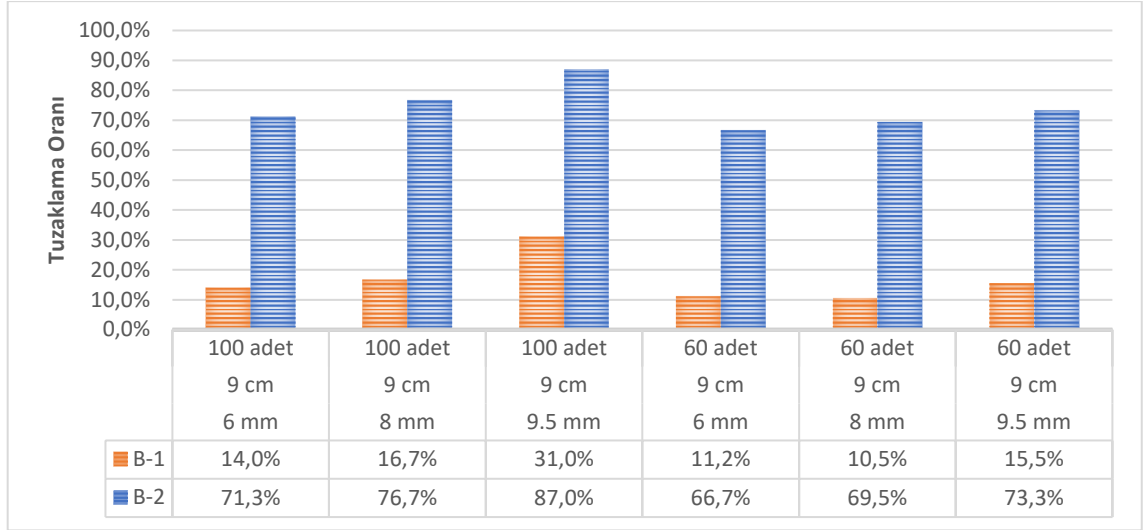
**Şekil 4.3:** 9.5 mm tuzaklama oranı karşılaştırması.

$Q_{m50}$  debisi altında 9,5 mm çapında odunsu malzeme için 6 farklı deney seti yapılmış olup, bu 6 deneydeki tuzaklama oranı ortalaması Bent-1 için %30,20 , Bent-2 için ise %72,10 olarak hesaplanmıştır (Şekil 4.3).



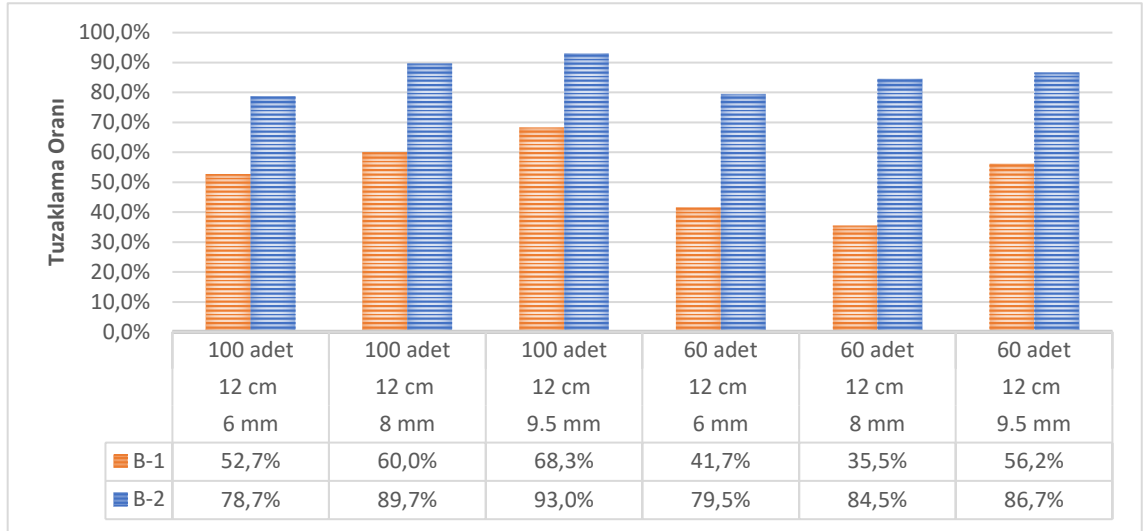
**Şekil 4.4:** 6 cm tuzaklama oranı karşılaştırması.

$Q_{m50}$  debisi altında 6 cm uzunluğunda odunsu malzeme için 6 farklı deney seti yapılmış olup, bu 6 deneydeki tuzaklama oranı ortalaması Bent-1 için %3,0 , Bent-2 için ise %40,1 olarak hesaplanmıştır (Şekil 4.4).



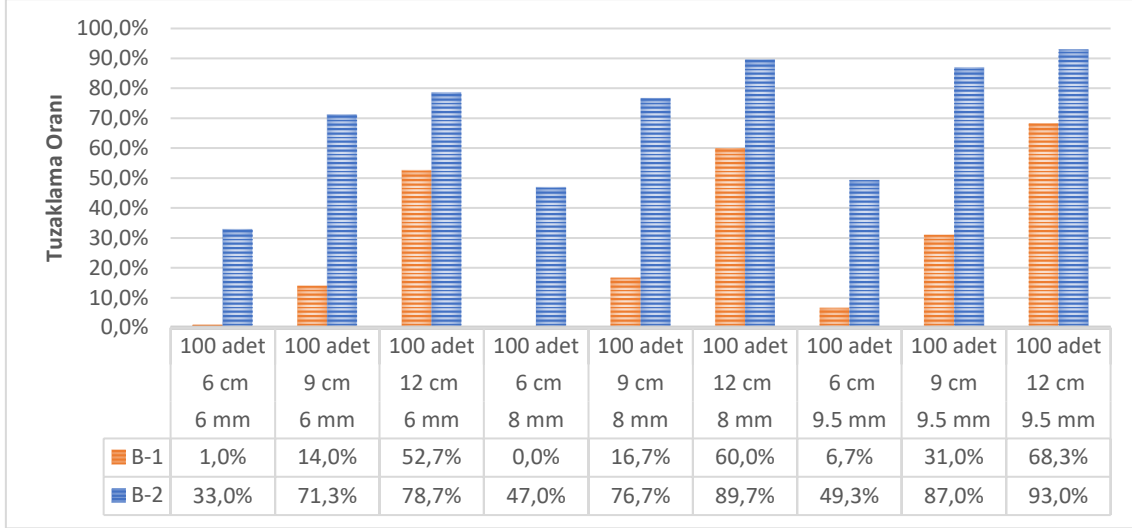
**Şekil 4.5:** 9 cm tuzaklama oranı karşılaştırması.

$Q_{m50}$  debisi altında 9 cm uzunluğunda odunsu malzeme için 6 farklı deney seti yapılmış olup, bu 6 deneydeki tuzaklama oranı ortalaması Bent-1 için %16,50 , Bent-2 için ise %74,10 olarak hesaplanmıştır (Şekil 4.5).



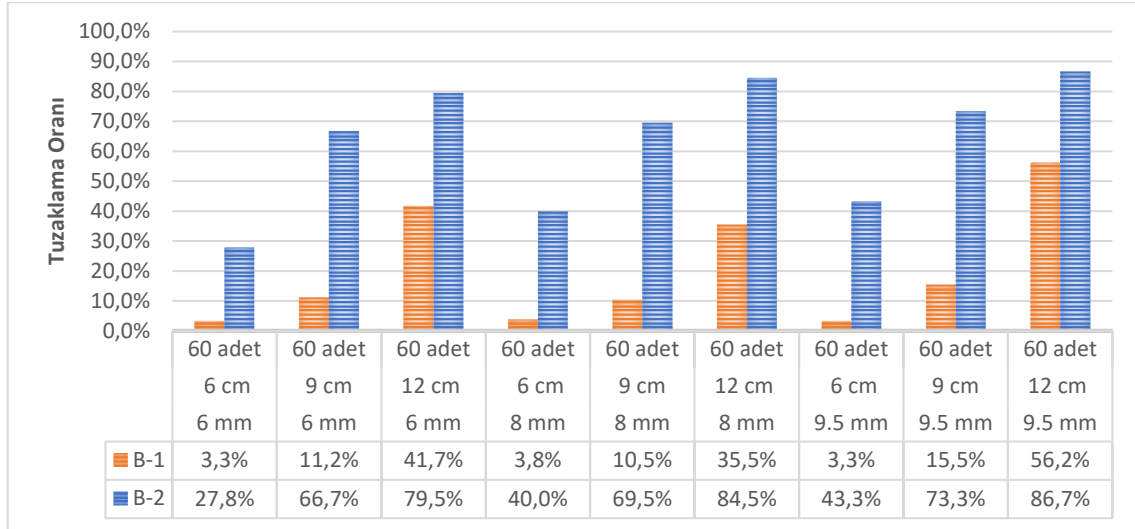
**Şekil 4.6:** 12 cm tuzaklama oranı karşılaştırması.

$Q_{m50}$  debisi altında 12 cm uzunluğunda odunsu malzeme için 6 farklı deney seti yapılmış olup, bu 6 deneydeki tuzaklama oranı ortalaması Bent-1 için %52,40, Bent-2 için ise %85,30 olarak hesaplanmıştır (Şekil 4.6).



**Şekil 4.7:** 100 adet tuzaklama oranı karşılaştırması.

$Q_{m50}$  debisi altında 100 adet odunsu malzeme için 6 farklı deney seti yapılmış olup, bu 6 deneydeki tuzaklama oranı ortalaması Bent-1 için %27,80, Bent-2 için ise %69,50 olarak hesaplanmıştır (Şekil 4.7).



**Şekil 4.8:** 60 adet tuzaklama oranı karşılaştırması.

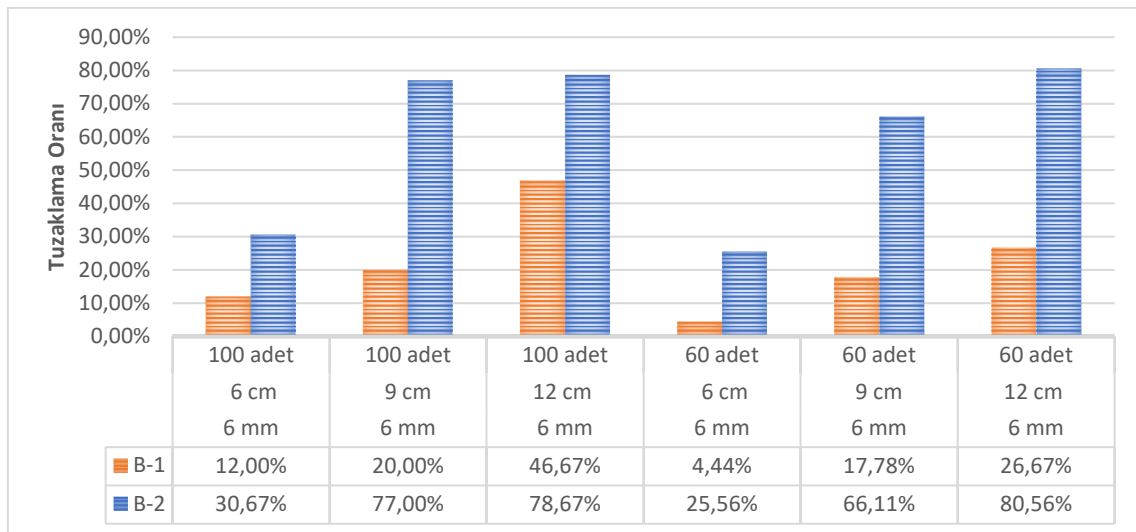
$Q_{m50}$  debisi altında 60 adet odunsu malzeme için 6 farklı deney seti yapılmış olup, bu 6 deneydeki tuzaklama oranı ortalaması Bent-1 için %20,10, Bent-2 için ise %63,50 olarak hesaplanmıştır (Şekil 4.8).

## 4.2 Q<sub>m500</sub> Debisine Ait Sonuçlar

Q<sub>m500</sub> debisi için Bent-1 ve Bent-2'ye ait deney sonuçları Tablo 4.2'de verilmiştir.

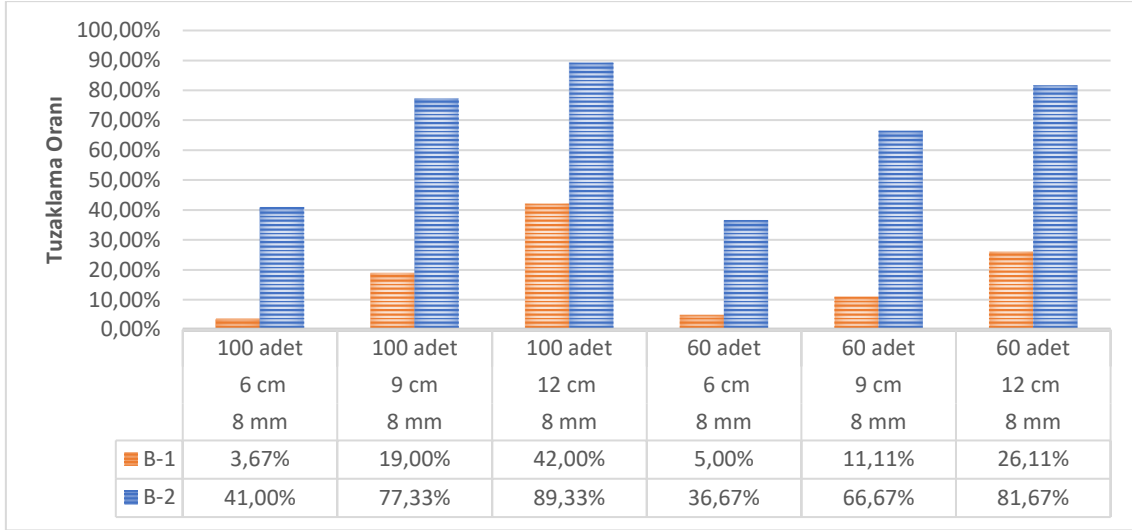
**Tablo 4.2:** Bent-1 ve Bent-2'ye ait sonuçlar (Q<sub>m500</sub>).

Deney No	Odunsu Malzeme			Bent-1			Bent-2		
	D (mm)	L (cm)	N (adet)	Tuzaklama Ort. (adet)	Tuzaklama Oranı (%)	Memba Su Yüksekliği Ort. (cm)	Tuzaklama Ort. (adet)	Tuzaklama Oranı (%)	Memba Su Yüksekliği Ort. (cm)
1	6	6	100	12,00	12,00	16,5	30,7	30,67	21,8
2	6	9	100	20,00	20,00	16,6	77,0	77,00	22,4
3	6	12	100	46,67	46,67	17,4	78,7	78,67	22,4
4	8	6	100	3,67	3,67	16,1	41,0	41,00	21,9
5	8	9	100	19,00	19,00	17,2	77,3	77,33	22,7
6	8	12	100	42,00	42,00	19,1	89,3	89,33	22,5
7	9.5	6	100	7,33	7,33	16,6	43,7	43,67	21,4
8	9.5	9	100	16,00	16,00	17,3	81,7	81,67	22,1
9	9.5	12	100	53,33	53,33	19,3	89,0	89,00	22,7
10	6	6	60	2,67	4,44	16,0	15,3	25,56	21,1
11	6	9	60	10,67	17,78	16,2	39,7	66,11	21,6
12	6	12	60	16,00	26,67	17,1	48,3	80,56	22,0
13	8	6	60	3,00	5,00	16,0	22,0	36,67	21,4
14	8	9	60	6,67	11,11	16,5	40,0	66,67	21,8
15	8	12	60	15,67	26,11	17,1	49,0	81,67	21,8
16	9.5	6	60	3,67	6,11	16,3	24,7	41,11	21,5
17	9.5	9	60	13,33	22,22	16,9	47,7	79,44	21,4
18	9.5	12	60	24,33	40,56	18,2	54,7	91,11	21,7



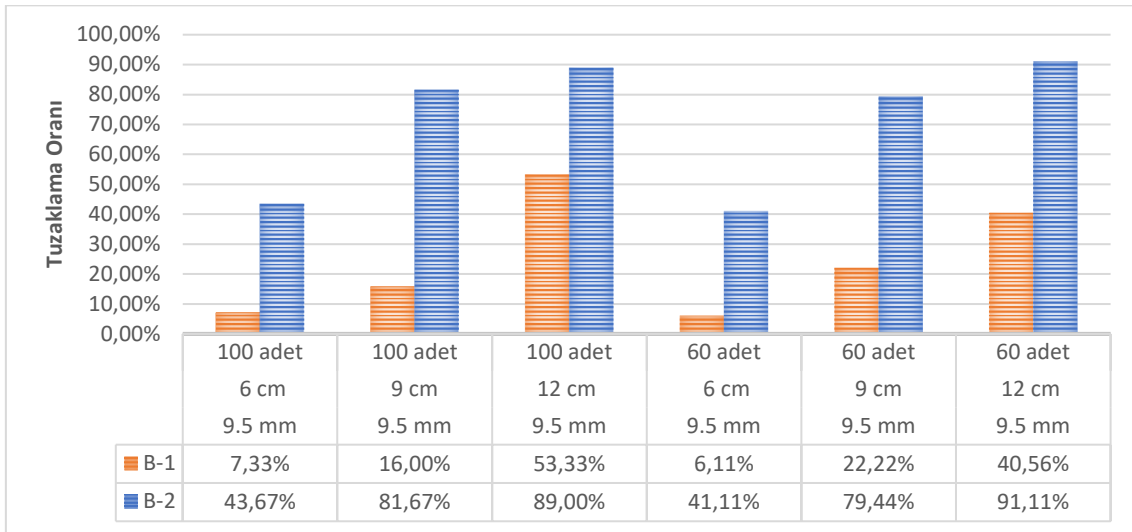
**Şekil 4.9:** 6 mm tuzaklama oranı karşılaştırması.

$Q_{m500}$  debisi altında 6 mm çapında odunsu malzeme için 6 farklı deney seti yapılmış olup, bu 6 deneydeki tuzaklama oranı ortalaması Bent-1 için %21,30, Bent-2 için ise %59,80 olarak hesaplanmıştır (Şekil 4.9).



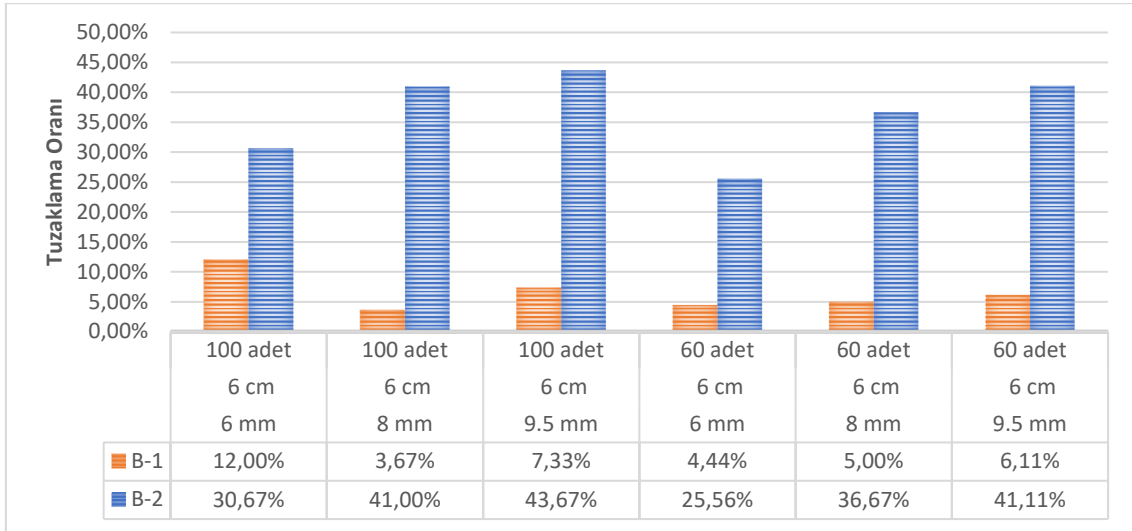
**Şekil 4.10:** 8 mm tuzaklama oranı karşılaştırması.

$Q_{m500}$  debisi altında 8 mm çapında odunsu malzeme için 6 farklı deney seti yapılmış olup, bu 6 deneydeki tuzaklama oranı ortalaması Bent-1 için %17,80, Bent-2 için ise %65,40 olarak hesaplanmıştır (Şekil 4.10).



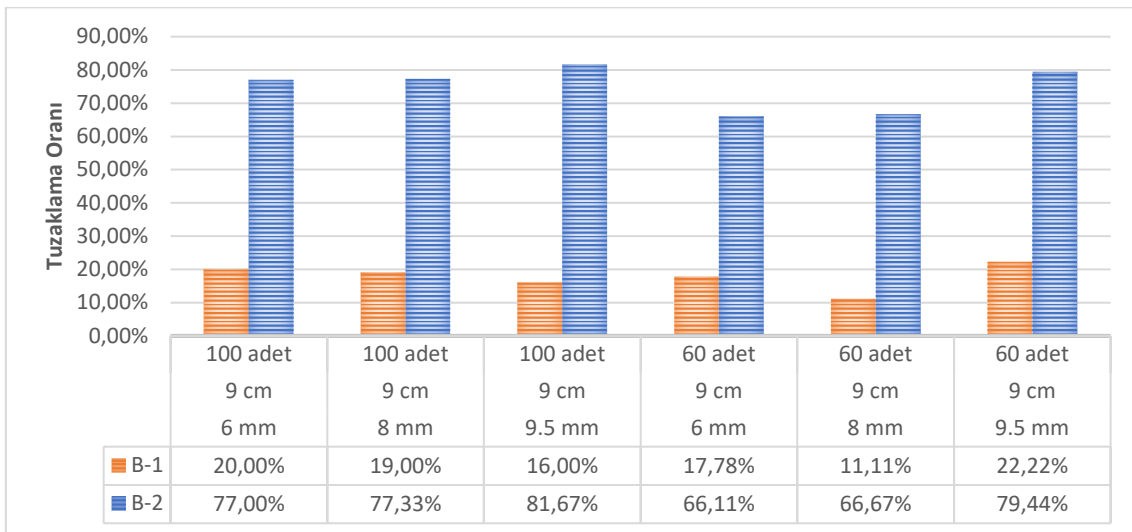
**Şekil 4.11:** 9.5 mm tuzaklama oranı karşılaştırması.

$Q_{m500}$  debisi altında 9,5 mm çapında odunsu malzeme için 6 farklı deney seti yapılmış olup, bu 6 deneydeki tuzaklama oranı ortalaması Bent-1 için %24,30, Bent-2 için ise %71,00 olarak hesaplanmıştır (Şekil 4.11).



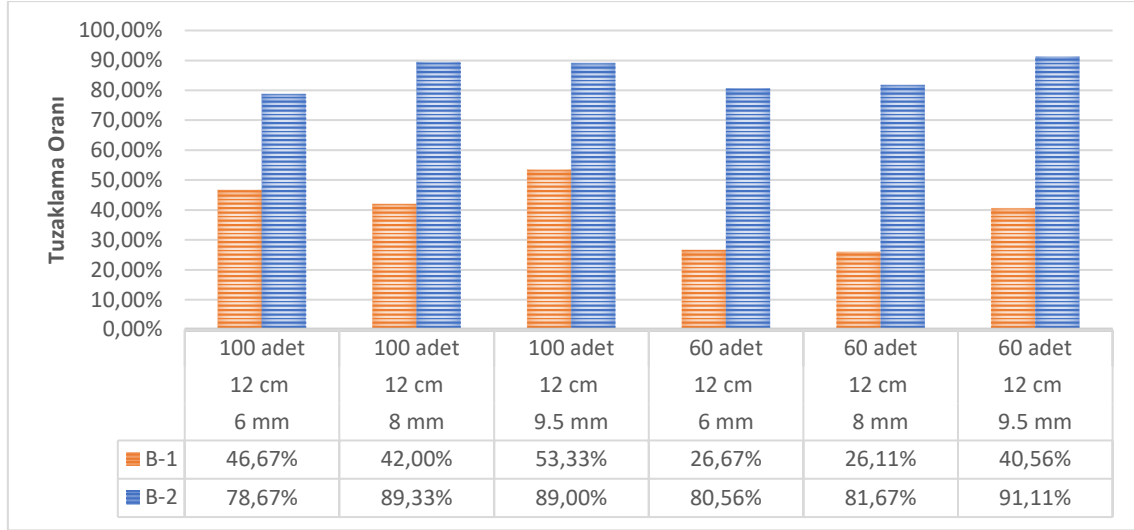
**Şekil 4.12:** 6 cm tuzaklama oranı karşılaştırması.

$Q_{m500}$  debisi altında 6 cm uzunluğunda odunsu malzeme için 6 farklı deney seti yapılmış olup, bu 6 deneydeki tuzaklama oranı ortalaması Bent-1 için %6,40, Bent-2 için ise %36,40 olarak hesaplanmıştır (Şekil 4.12).



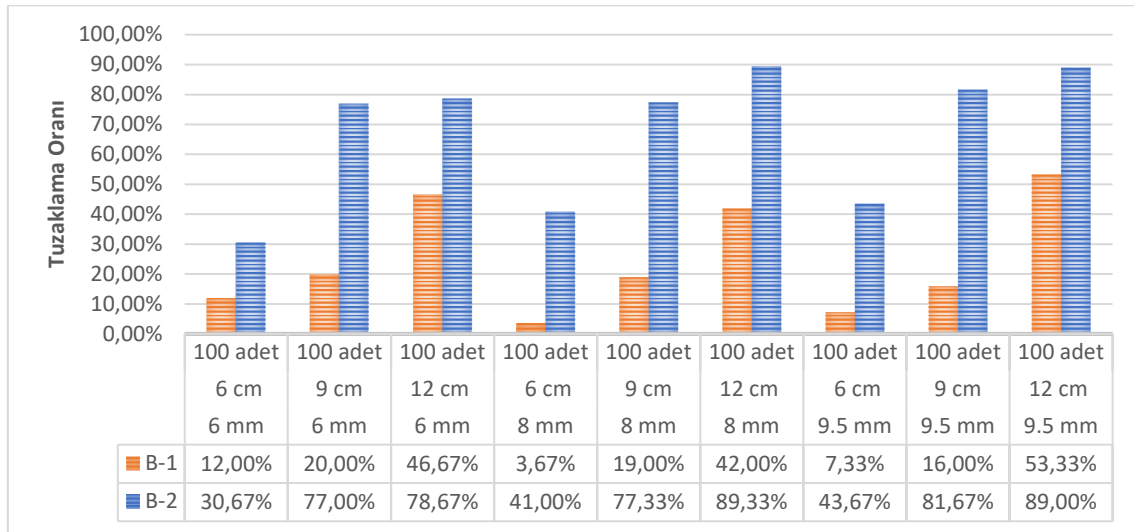
**Şekil 4.13:** 9 cm tuzaklama oranı karşılaştırması.

$Q_{m500}$  debisi altında 9 cm uzunluğunda odunsu malzeme için 6 farklı deney seti yapılmış olup, bu 6 deneydeki tuzaklama oranı ortalaması Bent-1 için %17,70, Bent-2 için ise %74,70 olarak hesaplanmıştır (Şekil 4.13).



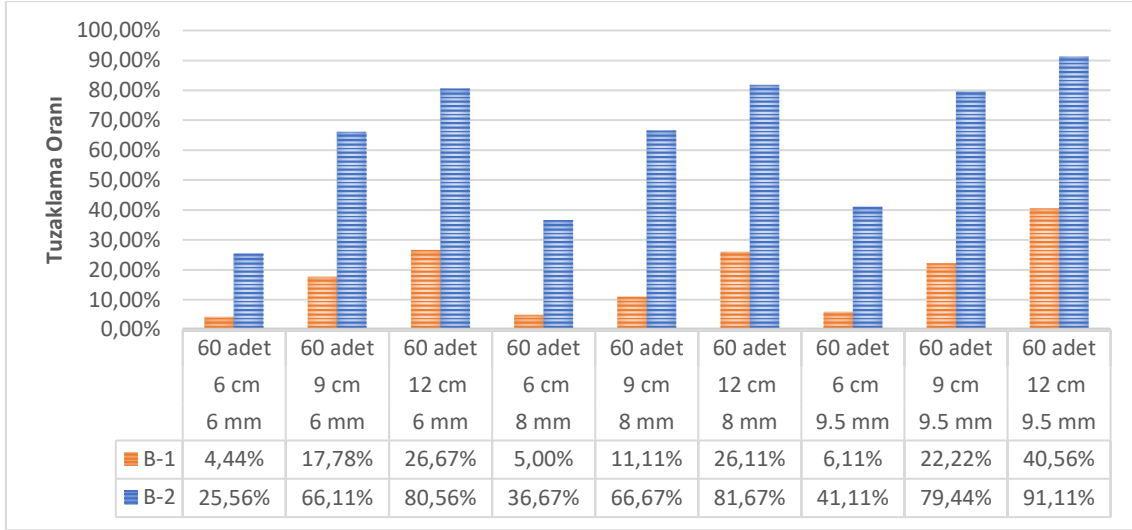
**Şekil 4.14:** 12 cm tuzaklama oranı karşılaştırması.

$Q_{m500}$  debisi altında 12 cm uzunluğunda odunsu malzeme için 6 farklı deney seti yapılmış olup, bu 6 deneydeki tuzaklama oranı ortalaması Bent-1 için %39,20, Bent-2 için ise %85,10 olarak hesaplanmıştır (Şekil 4.14).



**Şekil 4.15:** 100 adet tuzaklama oranı karşılaştırması.

$Q_{m500}$  debisi altında 100 adet odunsu malzeme için 6 farklı deney seti yapılmış olup, bu 6 deneydeki tuzaklama oranı ortalaması Bent-1 için %24,40, Bent-2 için ise %67,60 olarak hesaplanmıştır (Şekil 4.15).

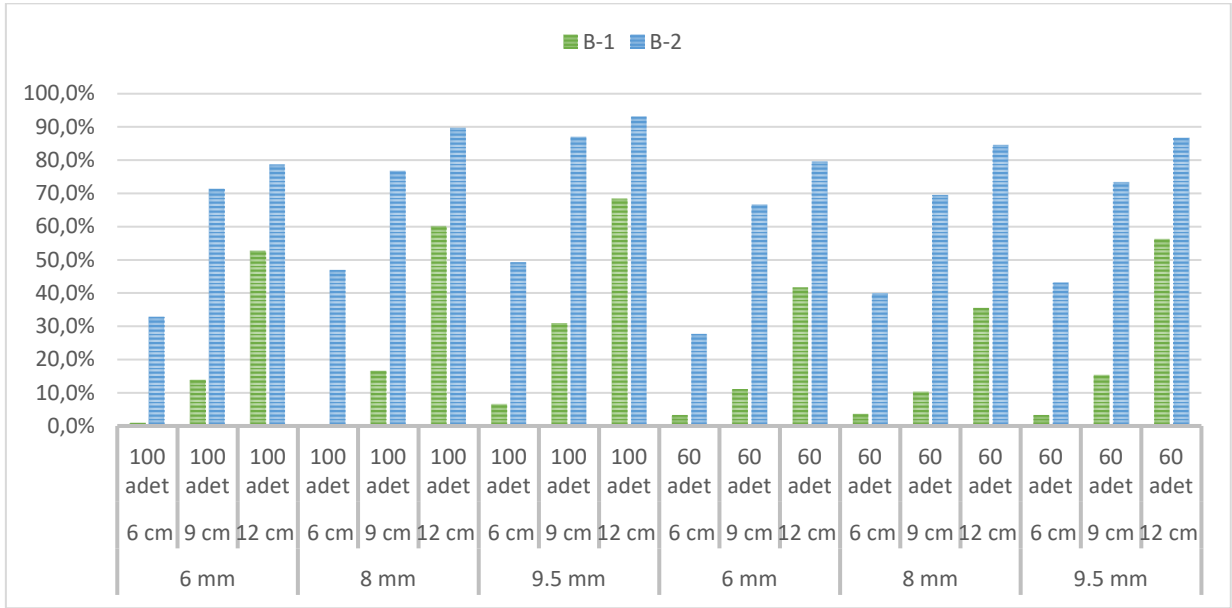


**Şekil 4.16:** 60 adet tuzaklama oranı karşılaştırması.

$Q_{m500}$  debisi altında 60 adet odunsu malzeme için 6 farklı deney seti yapılmış olup, bu 6 deneydeki tuzaklama oranı ortalaması Bent-1 için %17,80, Bent-2 için ise %63,20 olarak hesaplanmıştır (Şekil 4.16).

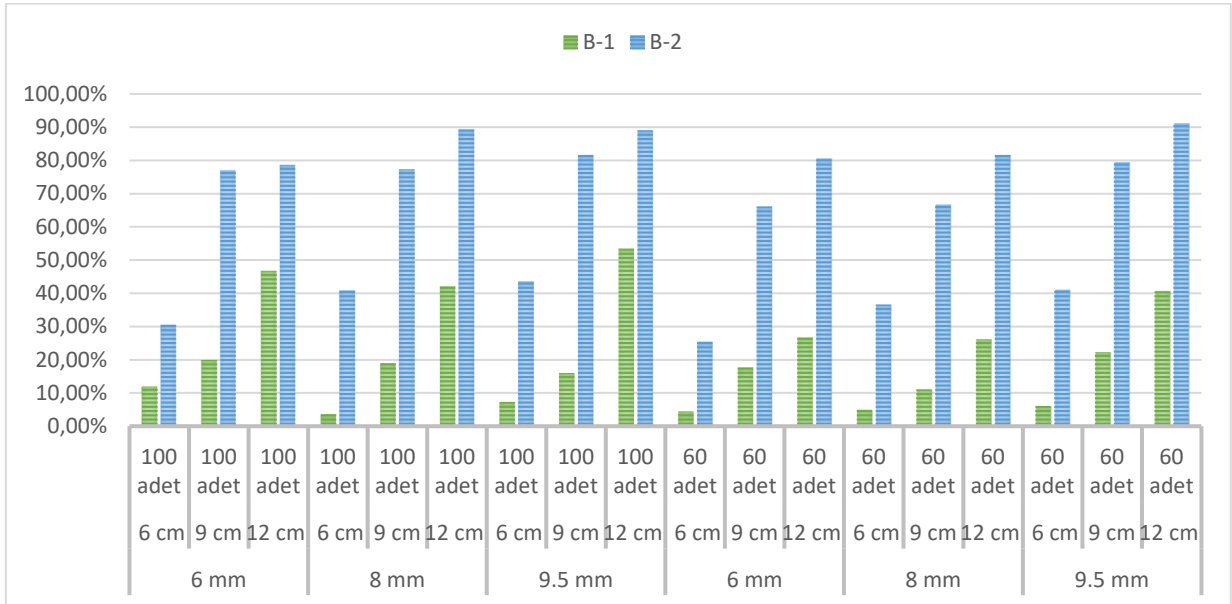
Sonuçlarda belirtilen tuzaklama oranları, her bir odunsu malzeme çapı, uzunluğu ve miktarı için bent önünde tuzaklanan malzemenin o deneyde toplam salınan odunsu malzemenin sayısına oranını ifade etmektedir. İki bent her odunsu malzeme çapı, uzunluğu ve miktarı için karşılaştırılmış olup sonuçlar yukarıdaki şekillerde verilmiştir (Şekil 4.1- Şekil 4.16).

### 4.3 Debi Tuzaklama Oranı ve Su Seviyesi Değişimi



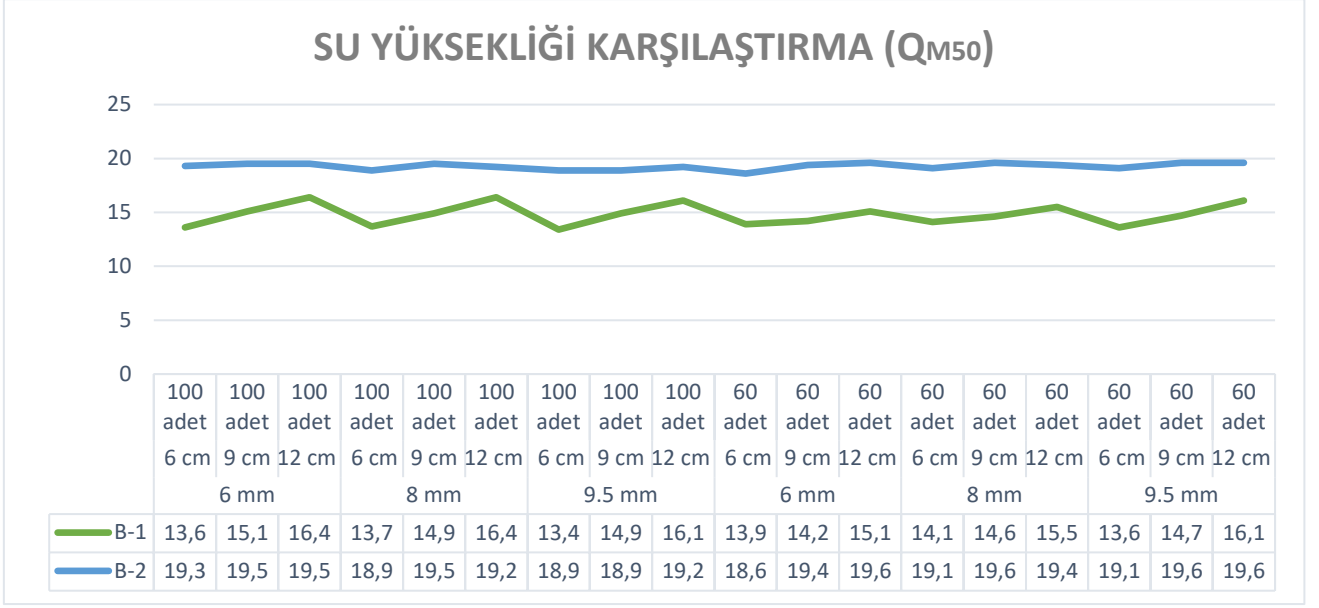
**Şekil 4.17:** İki bent tipinin  $Q_{m50}$  debisine göre tuzaklama oranı karşılaştırması.

$Q_{m50}$  debisi altında bent tiplerini karşılaştırmak için 18 farklı deney seti yapılmış olup, bu 18 deneydeki tuzaklama oranı ortalaması Bent-1 için %24,00, Bent-2 için ise %66,50 olarak hesaplanmıştır (Şekil 4.17).



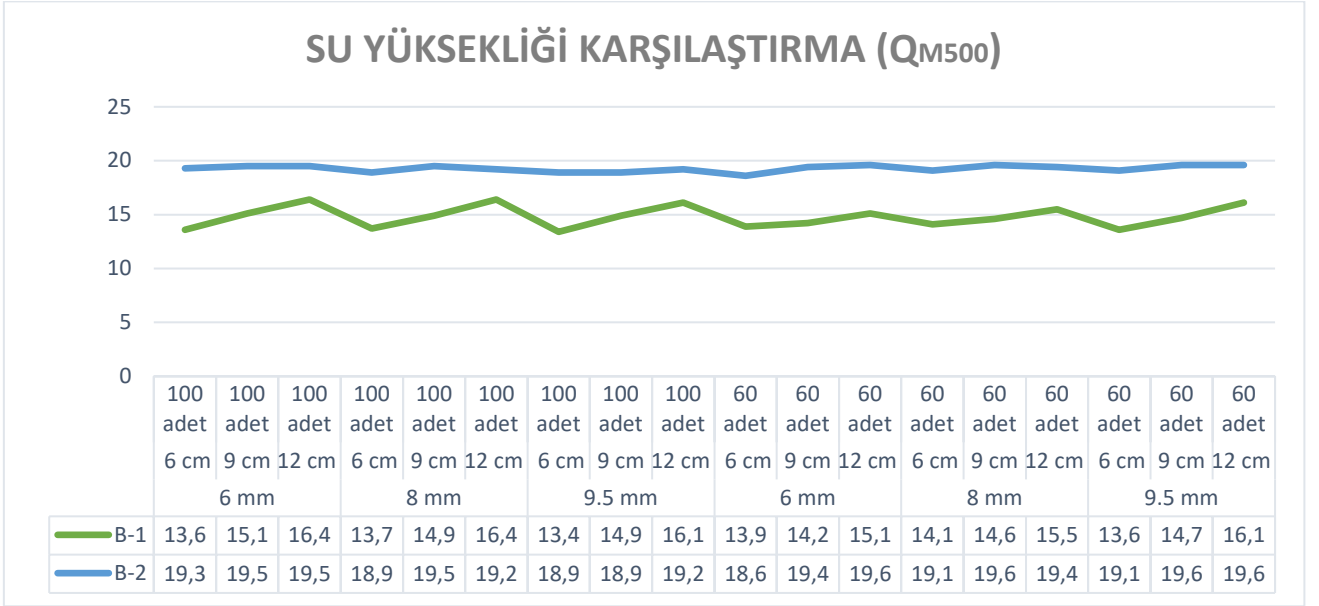
**Şekil 4.18:** İki bent tipinin  $Q_{m500}$  debisine göre tuzaklama oranı karşılaştırması.

$Q_{m500}$  debisi altında bent tiplerini karşılaştırmak için 18 farklı deney seti yapılmış olup, bu 18 deneydeki tuzaklama oranı ortalaması Bent-1 için %21,10, Bent-2 için ise %65,40 olarak hesaplanmıştır (Şekil 4.18).



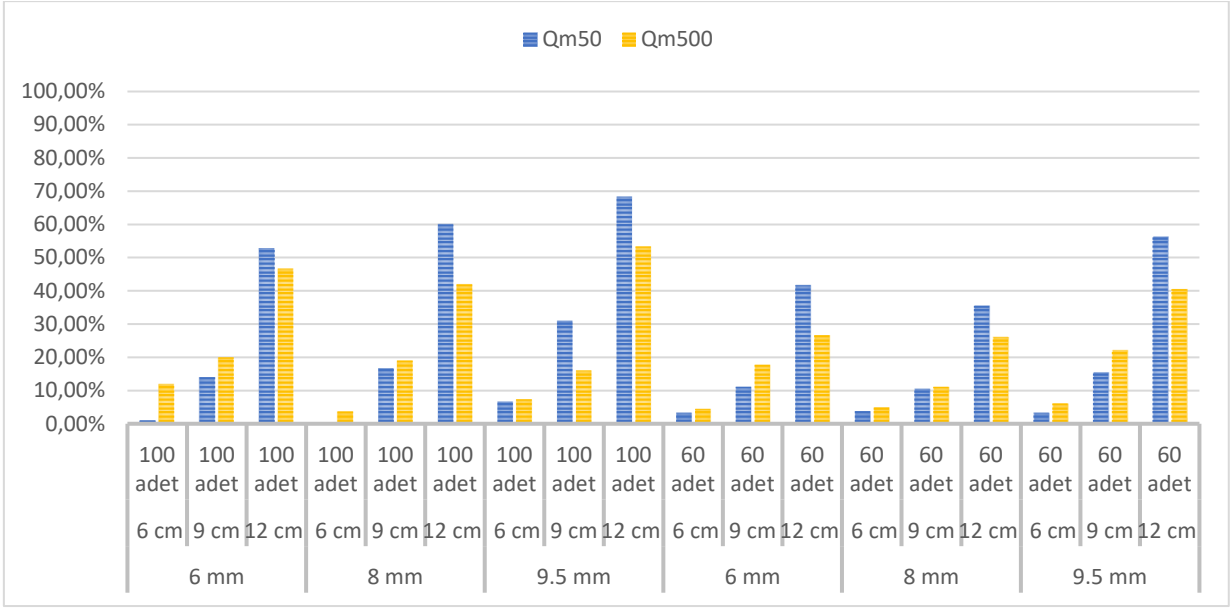
**Şekil 4.19:** İki bent tipinin Q<sub>m50</sub> debisine göre su yüksekliklerinin karşılaştırması.

Q<sub>m50</sub> debisi altında bent tiplerine göre su yüksekliklerini karşılaştırmak için 18 farklı deney seti yapılmış olup, bu 18 deneydeki su yüksekliği ortalaması Bent-1 için 14,79 cm, Bent-2 için ise 19,27 cm olarak hesaplanmıştır (Şekil 4.19).



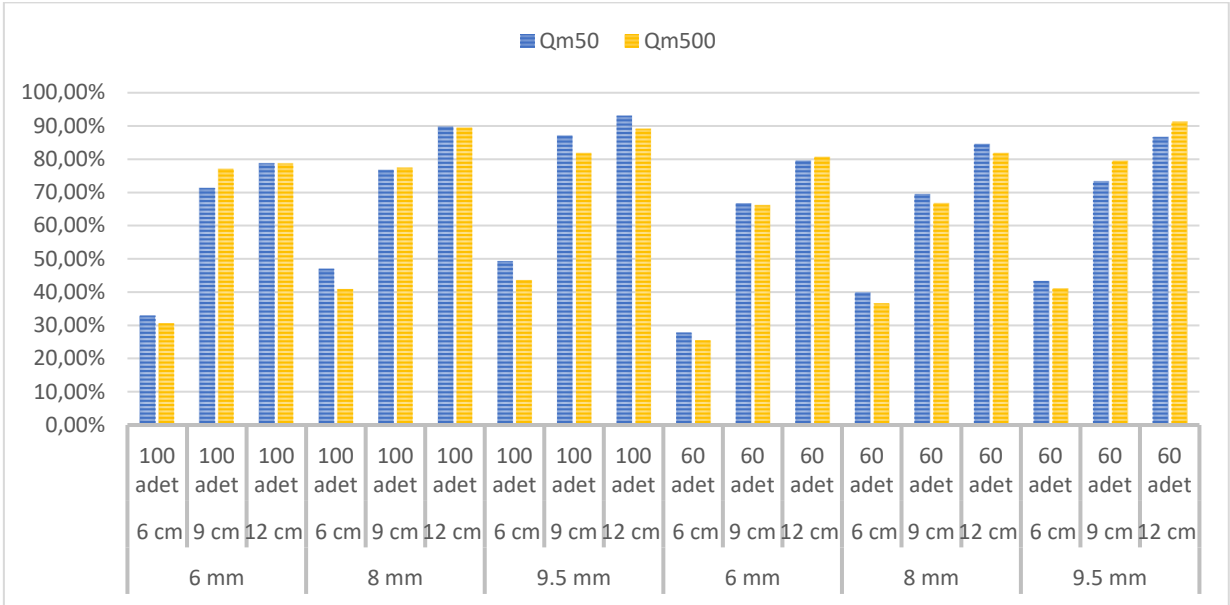
**Şekil 4.20:** İki bent tipinin Q<sub>m500</sub> debisine göre su yüksekliklerinin karşılaştırması.

Q<sub>m500</sub> debisi altında bent tiplerine göre su yüksekliklerini karşılaştırmak için 18 farklı deney seti yapılmış olup, bu 18 deneydeki su yüksekliği ortalaması Bent-1 için 17,02 cm, Bent-2 için ise 21,89 cm olarak hesaplanmıştır (Şekil 4.20).



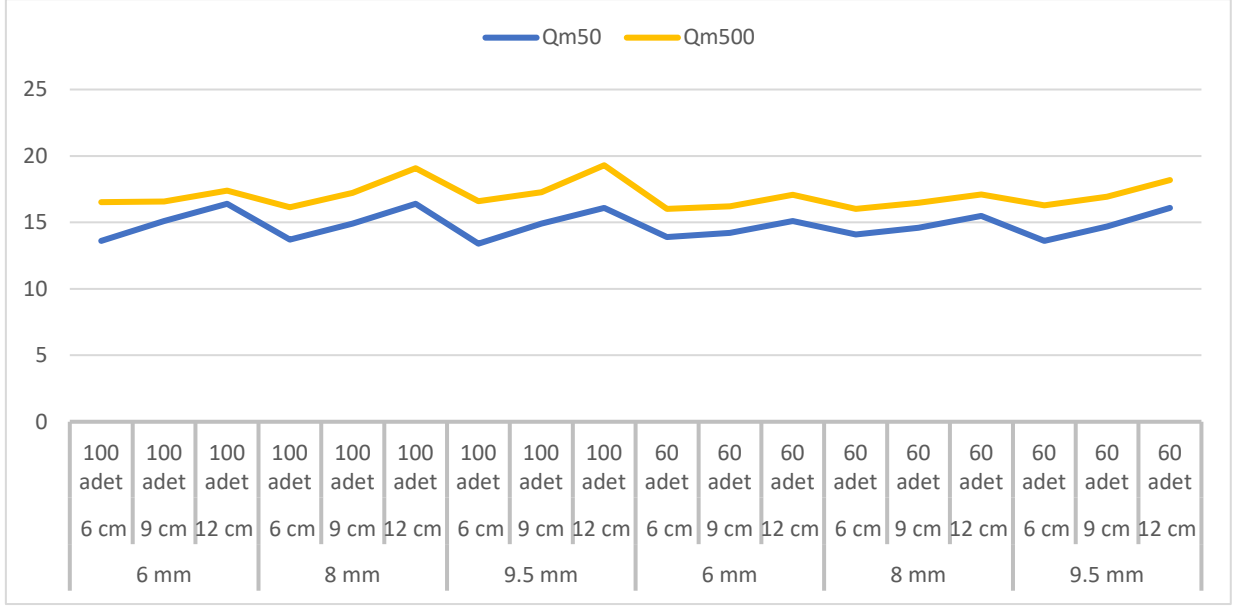
**Şekil 4.21:** Bent-1 tuzaklama kapasitesinin  $Q_{m50}$  ve  $Q_{m500}$  debilerine göre karşılaştırması.

$Q_{m50}$  ve  $Q_{m500}$  debilerine göre Bent-1'in tuzaklama oranını karşılaştırmak için 18 farklı deney seti yapılmış olup, bu 18 deneydeki tuzaklama oranı ortalaması  $Q_{m50}$  için %24,00,  $Q_{m500}$  için ise %21,10 olarak hesaplanmıştır (Şekil 4.21).



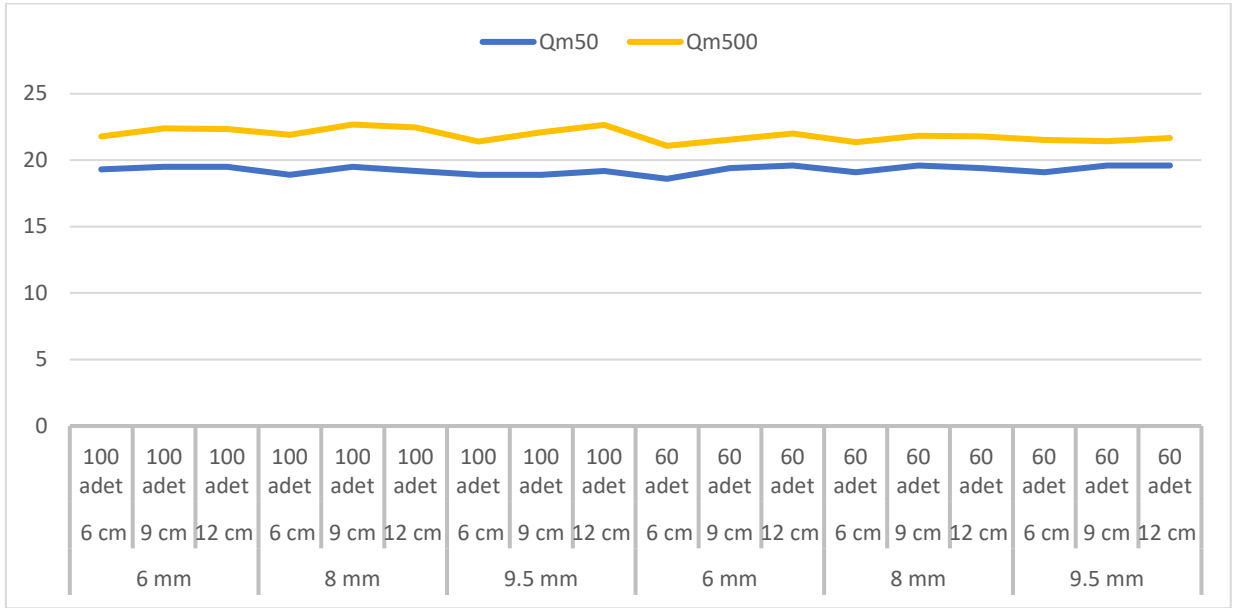
**Şekil 4.22:** Bent-2 tuzaklama kapasitesinin  $Q_{m50}$  ve  $Q_{m500}$  debilerine göre karşılaştırması.

$Q_{m50}$  ve  $Q_{m500}$  debilerine göre Bent-2'in tuzaklama oranını karşılaştırmak için 18 farklı deney seti yapılmış olup, bu 18 deneydeki tuzaklama oranı ortalaması  $Q_{m50}$  için %66,50,  $Q_{m500}$  için ise %65,40 olarak hesaplanmıştır (Şekil 4.22).



**Şekil 4.23:** Bent-1 için su yüksekliğinin  $Q_{m50}$  ve  $Q_{m500}$  debilerine göre karşılaştırması.

$Q_{m50}$  ve  $Q_{m500}$  debilerine göre Bent-1'in oluşturduğu su yüksekliklerini karşılaştırmak için 18 farklı deney seti yapılmış olup, bu 18 deneydeki tuzaklama oranı ortalaması  $Q_{m50}$  için 14,79 cm,  $Q_{m500}$  için ise 17,02 cm olarak hesaplanmıştır (Şekil 4.22).



**Şekil 4.24:** Bent-2 için su yüksekliğinin  $Q_{m50}$  ve  $Q_{m500}$  debilerine göre karşılaştırması.

$Q_{m50}$  ve  $Q_{m500}$  debilerine göre Bent-2'in oluşturduğu su yüksekliklerini karşılaştırmak için 18 farklı deney seti yapılmış olup, bu 18 deneydeki tuzaklama oranı ortalaması  $Q_{m50}$  için 19,27 cm,  $Q_{m500}$  için ise 21,89 cm olarak hesaplanmıştır (Şekil 4.24).

## 5. SONUÇLAR VE ÖNERİLER

$Q_{m50}$  debisi için sonuçlar incelendiğinde uzunluğu kısa olan odunsu malzemelerde Bent-1 tuzaklama kapasitesinin ortalama %3,0 olduğu görülmektedir (Şekil 4.4). Bu durum Bent-2 için %40,1 olarak ölçülmüştür.  $Q_{m500}$  debisinde bu kapasite oranları Bent-1 için %6,4 iken Bent-2 için %36,4 (Şekil 4.12) ölçülmüştür. Bu sebeple taşkın riski barındıran ve küçük ölçekli odunsu malzeme bulunan coğrafyalarda Bent-2 tercih edilmelidir.

Uzun olan odunsu malzemelerde  $Q_{m50}$  debisi için Bent-1 tuzaklama kapasitesinin ortalama %52,4 olduğu görülmektedir (Şekil 4.6). Bu durum Bent-2 için %85,3 olarak ölçülmüştür.  $Q_{m500}$  debisinde ise Bent-1 tuzaklama kapasitesi ortalama %39,2 ölçülürken Bent-2 tuzaklama kapasitesi ortalama %85,1 ölçülmüştür (Şekil 4.14). Her iki debi için de odunsu malzeme uzunluğunun artması Bent-1 tuzaklama kapasitesini ciddi ölçüde artırsa da Bent-2 için aynı durum söylenemez.

Bent-1 iki debi için karşılaştırıldığında  $Q_{m50}$  debisi 6 cm ve 9 cm uzunluğundaki odunsu malzemeler için ortalama %9,8 tuzaklama kapasitesine sahipken  $Q_{m500}$  debisinde bu oran %12,1 olarak ölçülmüştür. Yalnızca 6 cm ve 9 cm uzunlukları için yapılan deneyler göz önüne alınırsa Bent-1  $Q_{m500}$  debisinde daha başarılı davranış sergilemiştir. Ancak odunsu malzeme boyutunun 12 cm olduğu deneylerde Bent-1  $Q_{m50}$  debisinde %52,4,  $Q_{m500}$  debisinde ise %39,2 kapasitede malzeme tuzaklamıştır. Tüm ortalamalar dikkate alınırsa bu oranlar  $Q_{m50}$  debisinde %24 olurken  $Q_{m500}$  debisinde %21,1 olmaktadır. Bu nedenle Bent-1  $Q_{m50}$  debisi altındayken özellikle uzun olan odunsu malzemelerde daha yüksek tuzaklama kapasitesine sahiptir.  $Q_{m50}$  ve  $Q_{m500}$  debilerine göre Bent-2 kıyaslandığında tuzaklama kapasitesinin  $Q_{m50}$  için %66,5  $Q_{m500}$  debisi için ise %65,4 olduğu görülmektedir. Bent-1 için yapılan odunsu malzeme boyutlarına göre analiz Bent-2 için yapıldığında bariz bir fark görülmemiştir. Bu nedenle her iki debide de Bent-2 tuzaklama kapasitesinin yaklaşık aynı oranda olduğu görülmüştür.

Yapılan deneylerde tuzaklama kapasitesinin artması durumunda su yüksekliğinin arttığı gözlenmiştir. Bunun sebebi tuzaklanan malzemenin membada su yüksekliğini artırmasıdır. Bununla beraber her durumda Bent-2 deneylerinde daha fazla su yüksekliği gözlenmiştir (Şekil 4.19 ve Şekil 4.20). Debiler kıyaslandığında ise beklenen gibi  $Q_{m500}$  debisinde daha fazla su yüksekliği gözlenmiştir (Şekil 4.23 ve Şekil 4.24).

Su yüksekliği en fazla  $Q_{m500}$  debisi altında Bent-2 deneylerinde 22,7 cm olarak ölçülmüştür. Bu deneyde su yüzeyi profili bent yüksekliğine yaklaşmasına rağmen Bent-2'nin üstünden aşıp mansaba ilerleyen odunsu malzeme gözlenmemiştir.

Çalışmada elde edilen sonuçlar, Bent-2'nin genel olarak daha yüksek tuzaklama kapasitesine sahip olduğunu göstermektedir. Ancak, her taşkın havzası için doğrudan Bent-2'nin tercih edilmesi uygun olmayabilir. Bu nedenle, bent tipi seşiminde havzanın hidrolojik ve morfolojik özellikleri de dikkate alınmalı, odunsu malzeme yükü ve boyut dağılımı göz önünde bulundurularak tasarım yapılmalıdır.

Uzun olan odunsu malzemelerin taşınma riski bulunan havzalarda Bent-1 daha ekonomik bir çözümler sunabilir. Bent-2 ise daha yüksek tuzaklama kapasitesi sağlasa da, maliyet etkinliği açasından her zaman en iyi alternatif olmayabilir. Bu nedenle, hidrolik performansın yanı sıra maliyet optimizasyonu da dikkate alınarak bent tipi belirlenmelidir. Aynı zamanda debi değişimlerine karşı performans değerlendirmesi yapılmalıdır.

Mevcut çalışmada iki farklı debi durumu ele alınmıştır. Ancak, daha fazla debi aralığında, farklı eğim ve havza karakteristikleri için benzer deneylerin gerçekteştirilmesi, bent tasarım süreçlerinde daha güvenilir ve kapsamlı veriler elde edilmesini sağlayacaktır. Ayrıca, uzun vadeli izleme çalışmaları yapılarak bentlerin zaman içindeki performansı değerlendirilmelidir. Deneysel bulguların doğrulanması ve daha geniş ölçekli uygulamalar için kullanılabilmesi amacıyla sayısal modelleme tekniklerinden yararlanılmalıdır. Bu teknikler farklı bent tiplerinin hidrolik davranışlarını daha iyi anlamak için önemli bir katkı sağlayacaktır.

Bent tipi seşimi yalnızca tuzaklama kapasitesi üzerinden değil, hidrolik etkiler, maliyet, taşkın riski ve havza özellikleri gibi çoklu kriterler doğrultusunda yapılmalıdır. Gelecek çalışmaların farklı çevresel koşullar altında deneysel ve sayısal analizleri içerecek şekilde genişletilmesi, tasarımların daha verimli hale getirilmesine katkı sağlayacaktır.

## 6. KAYNAKLAR

- Akçalı, E. (2022). Taşkın ve rüsubat kontrolünde yeni öneri: gemiburnu tip geçirgen bent. *Teknik Dergi*, 33(6), 12847-12861.
- Anılan, T. and Akçalı, E. (2023). Fast clogging problem of open check dams and a new type suggestion: curved footed type open check dam. *Journal of Mountain Science*, 20(5), 1201-1219.
- Aytemur, H. S. (2021). Geçirimli tersip bentlerinin hidrolik analizi (Tez No. 689970) [Yüksek lisans tezi, Bitlis Eren Üniversitesi ve Dicle Üniversitesi]. Ulusal Tez Merkezi.
- Chan, H. C., Yang, H. K., Lin, P. W., and Lee, J. T. (2020). Discharge formula for flows over open-check dams. *Flow Measurement and Instrumentation*, 72, 101690.
- Devlet Su İşleri Genel Müdürlüğü (DSİ). (2019). *Taşkın ve rüsubat kontrolü planlama raporlarının hazırlanmasına dair kılavuz*. T.C. Tarım ve Orman Bakanlığı.
- Su Yönetimi Genel Müdürlüğü (SYGM). (2017). *Taşkın yönetimi*. T.C. Tarım ve Orman Bakanlığı.
- Dinçsoy, Y. (2008). *Islah sekisi ve tersip bentleri*. DSİ Yayınları.
- Furlan, P., Pfister, M., Matos, J., Amado, C., and Schleiss, A. J. (2019). Experimental repetitions and blockage of large stems at ogee crested spillways with piers. *Journal of Hydraulic Research*, 57(2), 250-262.
- Hashimoto, H., Hashimura, K., Nagano, H., and Maricar, F. (2016). Experimental investigation into flow behavior of wood-sediment-water mixture at a grid type of open check dam. *International Journal of Erosion Control Engineering*, 9(4), 188-193.
- Kim, M. I. and Kim, N. (2021). Analysis of Debris Flow Reduction Effect of Check Dam Types considering the Mountain Stream Shape: A Case Study of 2016 Debris Flow Hazard in Ulleung-do Island, South Korea. *Advances in Civil Engineering*, 2021(1), 8899368.
- Korkanç, S. Y. and Korkanç, M. (2006). Sel ve taşkınların insan hayatı üzerindeki etkileri. *Bartın Orman Fakültesi Dergisi*, 8(9), 42-50.

- Li, S., You, Y., Chen, X., Liu, J., and Chen, J. (2019). Regulation effectiveness of a window-check dam on debris flows. *Engineering Geology*, 253, 205-213.
- Lucas-Borja, M. E., Piton, G., Yu, Y., Castillo, C., and Zema, D. A. (2021). Check dams worldwide: Objectives, functions, effectiveness and undesired effects. *Catena*, 204, 105390.
- Maricar, F., Hashimoto, H., Ikematsu, S., and Miyoshi, T. (2011). Effect of two successive check dams on debris flow deposition. *Italian Journal Of Engineering Geology And Environment*, 1073-1082.
- Meteoroloji Genel Müdürlüğü (MGM). (2023). *2023 Yılı Meteorolojik Afetler Değerlendirmesi*. T.C. Çevre, Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığı. <https://www.mgm.gov.tr/FILES/genel/raporlar/2023-metafet-raporu.pdf>
- Petrus, F., Pallu, M. S., Thaha, M. A., and Maricar, F. (2020). Effect of the slope of flume bed to the debris potential flow. *In IOP Conference Series: Earth and Environmental Science (Vol. 419, No. 1, p. 012109)*. IOP Publishing.
- Piton, G., Horiguchi, T., Marchal, L., and Lambert, S. (2020). Open check dams and large wood: head losses and release conditions. *Natural Hazards and Earth System Sciences*, 20(12), 3293-3314.
- Piton, G. (2016). *Sediment transport control by check dams and open check dams in Alpine torrents* [Doctoral dissertation, Université Grenoble Alpes]. Hal Theses. <https://theses.hal.science/tel-02603609/>
- Piton, G. and Recking, A. (2016). Design of sediment traps with open check dams. I: Hydraulic and deposition processes. *Journal of Hydraulic Engineering*, 142(2), 04015045.
- Razmkhah, A., and Ebrahimi Fardshad, A. (2015). Experimental study of the effect of hydraulic parameters on debris flow control in inclined slit trapezoidal check dams. *Journal of Water Sciences Research*, 1(2), 11.
- Rossi, G. and Armanini, A. (2020). Experimental analysis of open check dams and protection bars against debris flows and driftwood. *Environmental Fluid Mechanics*, 20(3), 559-578.

- Ruiz-Villanueva, V., Piégay, H., Gurnell, A. M., Marston, R. A., and Stoffel, M. (2016). Recent advances quantifying the large wood dynamics in river basins: New methods and remaining challenges. *Reviews of Geophysics*, 54(3), 611-652.
- Schalko, I., Lageder, C., Schmocker, L., Weitbrecht, V., and Boes, R. M. (2019). Laboratory flume experiments on the formation of spanwise large wood accumulations: I. Effect on backwater rise. *Water Resources Research*, 55(6), 4854-4870.
- Schalko, I. and Weitbrecht, V. (2022). Wood blockage and sediment transport at inclined bar screens. *Journal of Hydraulic Research*, 60(1), 164-172.
- Schalko, I., Schmocker, L., Weitbrecht, V., and Boes, R. (2018, September). *Hazards due to large wood accumulations: Local scour and backwater rise*. In E3S web of conferences (Vol. 40, p. 02003). EDP Sciences.
- Schwindt, S., Franca, M. J., and Schleiss, A. (2016). The influence of the opening width of check dams on bedload continuity of mountain rivers. *Proceedings of River Flow*, 1156-1160.
- Schwindt, S., Franca, M. J., Reffo, A., and Schleiss, A. J. (2018). Sediment traps with guiding channel and hybrid check dams improve controlled sediment retention. *Natural Hazards and Earth System Sciences*, 18(2), 647-668.
- Shima, J., Moriyama, H., Kokuryo, H., Ishikawa, N., and Mizuyama, T. (2016). Prevention and mitigation of debris flow hazards by using steel open-type sabo dams. *International Journal of Erosion Control Engineering*, 9(3), 135-144.
- Sun, H., You, Y., and Liu, J. F. (2018). Experimental study on characteristics of trapping and regulating sediment with an open-type check dam in debris flow hazard mitigation. *Journal of Mountain Science*, 15(9), 2001-2012.
- Sun, H., You, Y., Liu, J., Zhang, G., Feng, T., and Wang, D. (2021). Experimental study on discharge process regulation to debris flow with open-type check dams. *Landslides*, 18, 967-978.
- Taşkın ve Rüşubat Kontrolü Yönetmeliği. (2019, 3 Mayıs). Resmi Gazete (Sayı: 30763). Erişim adresi: <https://www.resmigazete.gov.tr/eskiler/2019/05/20190503-1.htm>

Wright, K. N. (2010). *Evaluation of check dams for sediment control on disturbed land surfaces* [Doctoral dissertation, University of Illinois at Urbana-Champaign]. Illinois Library. <https://www.ideals.illinois.edu/items/16034>

# ÖZGEÇMİŞ

## Kişisel Bilgiler

Adı Soyadı : İsmail Furkan ÇİĞDEM

Doğum tarihi ve yeri :

e-posta :

## Öğrenim Bilgileri

Derece	Okul/Program	Yıl
Y. Lisans	Balıkesir Üniversitesi/İnşaat Mühendisliği	2021-2025
Lisans	Balıkesir Üniversitesi/ Endüstri Mühendisliği	2018-2023
Lisans	Balıkesir Üniversitesi/ İnşaat Mühendisliği	2017-2021
Lise	Özel Balıkesir Final Temel Lisesi	2016-2017
Lise	Özel Çağdaş Eğitim Fen Lisesi	2013-2016