

T.C.
İNÖNÜ ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

**YÜZEN ODUNSU MALZEMELERİN SEBEP OLDUĞU TAŞKINLARIN
ÖNLENMESİNDE GEÇİRGEN MAHMUZLARIN ETKİLERİNİN
İNCELENMESİ**

DOKTORA TEZİ

İsa CİCİ

İnşaat Mühendisliği Anabilim Dalı

Tez Danışmanı: Prof. Dr. Ö. Faruk DURSUN

OCAK 2026

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

**YÜZEN ODUNSU MALZEMELERİN SEBEP OLDUĞU TAŞKINLARIN
ÖNLENMESİNDE GEÇİRGEN MAHMUZLARIN ETKİLERİNİN
İNCELENMESİ**

DOKTORA TEZİ

**İsa CİCİ
36193621032**

İnşaat Mühendisliği Anabilim Dalı

Tez Danışmanı: Prof. Dr. Ö. Faruk DURSUN

OCAK 2026

TEŐEKKÖR VE ÖNSÖZ

Bu tez çalışmasının her aşamasında yardım, öneri, bilgi, tecrübe ve desteklerini esirgemededen beni her konuda yönlendiren danışman hocam Sayın Prof. Dr. Ö. Faruk DURSUN'a,

Deneyler esnasında katkılarını esirgemeyen Dr. Öğr. Üyesi Enes GÖL ve Prof. Dr. Mahir UZUN'a,

Deney düzeneği ile ilgili düzenlemelerde yardımcı olan tekniker İlhami BAYSAL'a,

Tüm hayatım boyunca olduğu gibi bu çalışmalarım süresince de her türlü destekleri ile ve her zaman yanımda olan aileme ve eşime,

Tezin uygulama aşamasında vermiş oldukları maddi ve manevi destekten dolayı, 124M033 kod numaralı proje için TÜBİTAK'a ve FDK-2022-3054 ve FDP-2024-3650 kod numaralı projeler için İnönü Üniversitesi BAP birimine

Teőekkör ederim.

ONUR SÖZÜ

Doktora veya yüksek lisans tezi olarak sunduğum “Yüzen Odunsu Malzemelerin Sebep Olduğu Taşkınların Önlenmesinde Geçirgen Mahmuzların Etkilerinin İncelenmesi” başlıklı bu çalışmanın bilimsel ahlak ve geleneklere aykırı düşecek bir yardıma başvurmaksızın tarafımdan yazıldığına ve yararlandığım bütün kaynakların hem metin içinde hem de kaynakçada yöntemine uygun biçimde gösterilenlerden oluştuğunu belirtir, bunu onurumla doğrularım.

İsa CİCİ

İÇİNDEKİLER

TEŞEKKÜR VE ÖNSÖZ	i
ONUR SÖZÜ	ii
İÇİNDEKİLER.....	iii
ÇİZELGELER DİZİNİ.....	iv
ŞEKİLLER DİZİNİ.....	v
ÖZET	vii
ABSTRACT	viii
1. GİRİŞ	1
2. LİTERATÜR ÖZETİ.....	7
2.1 Akımla Taşınan Odun Malzemelerin Sıkışık Olup Olmaması Durumlarına Ait İncelemeler.....	7
2.2 Yarı Geçirgen Sediment Kapanları Etkisinde Oyulma, Odun Yığılması ve Su Seviyesi Kabarmalarının İncelenmesi	12
2.3 Yüzen Malzemeyi Yakalama ve Baypas Yapılarına Ait Araştırmalar	25
2.4 Yüzen Odunların hareket ve Dinamik Kütlesinin İncelenmesi	29
3. MATERYAL VE YÖNTEM	38
3.1 Deney Düzeneği.....	38
3.2 Deneyde Kullanılan Odun malzemesi	45
3.3 Kanal Taban Malzemesi	47
4. BULGULAR	48
5. SONUÇLAR.....	74
KAYNAKLAR.....	75
EKLER	83
ÖZGEÇMİŞ	91

ÇİZELGELER DİZİNİ

Tablo 2.1 : Senaryoların Karşılaştırılmasına Dair Özet Bulgular.....	8
Tablo 2.2 : Akımla taşınan odun malzemelerin sıkışık olup olmaması durumlarına ait incelemelerin özet bilgileri.	11
Tablo 2.3 : Yarı geçirgen sediment kapanları etkisinde oyulma, odun yığılması ve su seviyesi kabarmalarının incelenmesinin özet şekli.....	22
Tablo 2.4 : Yüzen malzemeyi yakalama ve baypas yapılarına ait araştırmalar.....	29
Tablo 2.5 : Yüzen Odunların hareket ve Dinamik Kütlesinin İncelenmesinin özeti.....	35
Tablo 3.1 : Tablo: yapılan çalışmaların kanal boyutları.	39
Tablo A.1 : % 0.01 eğimli deney kodları	83
Tablo A.2 : % 1 eğimli deney kodları	845
Tablo A.3 : % 2 taban eğimi için deney kodları	88

ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil 1.1 : Taşkın anında köprü kesitlerinde biriken odunlar (Kimura ve diğ, 2014).....	2
Şekil 1.2 : Kastamonu-Bozkurt ilçesi Ezine Çayında yaşanan taşkın görüntüsü.....	2
Şekil 3.1 : a) Deney seti bir kısmı, b) Deney seti tamamı, c) Deney seti üstten görünüş. ...	40
Şekil 3.2 : Geçirgen mahmuzların açık kanal içerisinde yerleşimi ve mahmuzlar etrafında oluşan akım çizgileri.....	40
Şekil 3.3 : Debimetre ve Pompa Sistemi.....	41
Şekil 3.4 : PLC otomasyon yazılım ekranı.	42
Şekil 3.5 : Bant sistemi.	42
Şekil 3.6 : a) Deney setinde yerleştirilmiş köprü, b) Köprü şekli, c) Köprü yandan görünüşü, d) Köprü ayaklarına üstten görünüşü.....	43
Şekil 3.7 : Geçirgen mahmuz şekli.	44
Şekil 3.8 : Geçirgen mahmuz ayaklar.	45
Şekil 3.9 : Sürüklenen odunların kanala bırakılması.	46
Şekil 3.10 : Mansap taban malzemesi granülometri eğrisi.	47
Şekil 4.1 : GM sayısına göre odun birikme görüntüleri.....	49
Şekil 4.2 : GM'nin sayısına göre köprüde odun birikme oranları.	51
Şekil 4.3 : GM sayılarına göre GM'lerde birikme oranı.	52
Şekil 4.4 : GM'lerde birikme oranının köprüdeki su kabarma oranına etkisi.....	53
Şekil 4.5 : B/3 Uzunluklu GM deney görüntüleri.....	54
Şekil 4.6 : GM'nin boyunun köprüde oluşan akım derinliğinin değişimi	56
Şekil 4.7 : Uzunlukları B/6 olan GM'ler için deney görüntüleri	56
Şekil 4.8 : GM uzunluğuna göre köprüde odun birikme oranları	58
Şekil 4.9: GM uzunluğuna göre GM'de birikme oranları.....	59
Şekil 4.10 : GM uzunluğuna göre odun birikme oranının köprüdeki kabarma oranına etkisi.	60
Şekil 4.11 : GM açısına göre köprüdeki akım derinliğinin değişimi.	62
Şekil 4.12 : GM açısına göre SOM birikme oranları.	63
Şekil 4.13 : Köprü membasındaki kabarma oranı ile GM'lerde birikme oranı arasındaki ilişki.	64
Şekil 4.14 : Köprü ayağında oluşan oyulma oranları.....	66
Şekil 4.15 : Kanal boyunca akım kabarma oranları.	68
Şekil 4.16 : 3'lü GM'nin su kabarma oranı ve GM'lerde birikme oranı.	71
Şekil 4.17 : GM'nin bağlandığı Açık ile su kabarma oranı ve GM'lerde birikme oranı arasındaki ilişki.....	73

SEMBOLLER VE KISALTMALAR

B	: Kanal genişliği ($M^0L^1T^0$)
H	: Mahmuzsuz köprü önünde su derinliği ($M^0L^1T^0$)
h	: Mahmuzlu köprü önünde su derinliği ($M^0L^1T^0$)
L	: Geçirgen mahmuz uzunluğu ($M^0L^1T^0$)
Acr	: Odun birikme yüzdesi (accumulation rate) (-)
α	: Geçirgen mahmuz ile kanal eksenindeki açı (0)
d	: Mahmuz ayak çapı ve mahmuz ayak arası mesafe ($M^0L^1T^0$)
b_x	: Köprü ayakları arası mesafe ($M^0L^1T^0$)
d_{50}	: Ortalama sediment dane çapı ($M^0L^1T^0$)
σ	: Üniformluk katsayısı (-)
Fr	: Froude sayısı (-)
F_d	: Densimetrik Froude sayısı (-)
h_{db}	: Köprü ayağında oluşan oyulma ($M^0L^1T^0$)
h_{dp}	: Mahmuz ayaklarında oluşan oyulma ($M^0L^1T^0$)
Δh	: Mahmuzlu ve mahmuzsuz su seviseleri arasındaki fark ($M^0L^1T^0$)
λ	: Ölçek faktörü (-)
t	: Köprüye olan mesafe ($M^0L^1T^0$)
T	: Toplam kanal uzunluğu ($M^0L^1T^0$)
DRI	: Richardson sayısı (-)
SOM	: Sürüklenen Odunsu Malzeme
GM	: Geçirgen Mahmuz
OSD	: Open Spur Dike
a	: 45° lik mahmuz açısı
b	: 30° lik mahmuz açısı
x	: B/2 lik mahmuz boyu
y	: B/3 lük mahmuz boyu
z	: B/6 lık mahmuz boyu

ÖZET

Doktora Tezi

YÜZEN ODUNSU MALZEMELERİN SEBEP OLDUĞU TAŞKINLARIN ÖNLENMESİNDE GEÇİRGEN MAHMUZLARIN ETKİLERİNİN İNCELENMESİ

İSA CİCİ

İnönü Üniversitesi

Fen Bilimleri Enstitüsü

İnşaat Mühendisliği Anabilim Dalı

92+VIII sayfa

2026

Danışman: Prof. Dr. Ö. Faruk DURSUN

Taşkın, bir akarsu yatağına kapasitesinin üzerinde su gelmesi ve akarsu debisinin farklı nedenlerle artması sonucunda yataktan taşan suyun çevre bölgelerde oluşturduğu su baskınları olarak tanımlanır. Taşkınlar genellikle havzanın jeomorfolojik özellikleri ile arazi kullanımı ve akarsu yataklarına yapılan müdahalelerin karmaşık etkileşimi gibi faktörlerden kaynaklanır. Bu faktörler, yoğun ve uzun süreli yağışlar, toprağın su doygunluğuna yol açan hızlı kar erimesi, artan yüzey akış hızı ve yüzen cisimler gibi hidrometeorolojik tetikleyicilerle daha da artar. Taşkınlar sırasında sürüklenen odunlar nehir köprülerinde veya bentlerde tıkanmalara neden olabilir ve aşırı oyulmaya veya yakındaki alanların su basmasına neden olabilecek seviye yükselmelerine neden olabilir. Dere yatağı boyunca ağlar, ızgaralar, ayaklar ve açık kontrol barajları gibi yaygın tutma yapıları ile yüzen cisimlerin ve setimentin tuzaklanmasına yönelik önlemler alınmaktadır. Birçok araştırmacı bu yapıların tıkanması neticesinde oluşabilecek hususları araştırmaktadır.

Bu tezde incelenen Geçirgen Mahmuz (GM) yapıları literatüre ilk kez sunulmuştur. Tez kapsamında GM'lerin, akarsularda akışa engel olabilen ve köprü ayağı gibi kesitlerde biriken odunsu malzemeleri yakalama özelliklerinin araştırılması amaçlanmıştır. Bu amaçla yürütülen deneylerde GM'lerin akım derinliklerinin değişimine ve taban oyulmalarına olan etkileri de incelenmiştir. GM'lerin farklı sayı, açısı ve uzunluğa sahip deney dizileri, farklı kanal eğimi, debi ve odunsu malzeme akış senaryoları için deneysel olarak test edilmiştir. Elde edilen sonuçlar, GM'lerin odunsu malzemeleri tuzaklama, köprüde akım derinliğini ve oyulmayı azaltma bakımından verimli sonuçlar sağladığını göstermiştir.

Anahtar Kelimeler: Taşkın, Geçirgen Mahmuz (GM), Yüzen odunsu malzeme, Odun birikmesi, Köprü ayakları, Oyulma

ABSTRACT

Phd. Thesis

INVESTIGATION OF THE EFFECTS OF OPEN SPUR DIKES IN PREVENTING FLOODS CAUSED BY DRIFTWOOD

İsa CİCİ

İnönü University

Institute of Science

Department of Civil Engineering

92+VIII sayfa

2026

Supervisor: Prof. Dr. Ö. Faruk Dursun

A flood is defined as the inundation of adjacent floodplains resulting from the overflow of a river channel when increased discharge exceeds its carrying capacity. Floods typically emerge from the complex interaction between the basin's geomorphological characteristics and human-induced changes, such as land use patterns and anthropogenic channel modifications. These structural factors are compounded by hydrometeorological triggers, including intense and prolonged rainfall, rapid snowmelt leading to soil saturation, increased surface runoff velocity, and the accumulation of floating debris. Driftwood carried by floods can obstruct bridges and dams, triggering water level rises that result in severe erosion and flooding of nearby areas. Measures to trap debris and sediment are taken along the channel bed with common retention structures such as nets, grids, piers and open check dams. Many researchers investigate the potential consequences of blockages in these structures.

The Open Spur Dikes (OSD) structures investigated in this thesis are introduced to the literature for the first time. The primary objective of the study is to examine the capability of OSDs to capture woody debris that can obstruct flow in rivers and accumulate at critical cross-sections such as bridge piers. Within the scope of the experimental program, the effects of OSDs on variations in flow depth and bed scour were also investigated. Experimental series involving OSDs with different numbers, angles, and lengths were tested under various channel slopes, discharges, and driftwood transport scenarios. The results demonstrate that OSDs provide effective performance in trapping woody debris and in reducing flow depth and scour at bridge locations.

Keywords: Flood, Open Spur Dike (OSD), Driftwood, Wood accumulation, Bridge piers, Scour

1. GİRİŞ

Akarsular, coğrafi şekillenmedeki rolleri, su temini, ulaşım ve çevreyle ilgili çeşitlilikleri açısından yüzyıllardır insan yaşamının merkezinde yer almıştır. Ancak, bu dinamik sistemler aynı zamanda taşkınlar gibi yıkıcı doğal afetlere de sahne olabilmektedir.

Bu doğal sistemlerin insan ihtiyaçları doğrultusunda yönetimi, kullanımı ve tehlikelerinden korunması amacıyla akarsu ortamlarına çeşitli mühendislik yapıları entegre edilmiştir. Köprüler, enerji yapıları, taşkın koruma tesisleri ve sediment kontrol yapıları (bentler, tersip bentleri vb.) bu yapıların başlıcalarıdır. Bu yapılar, akarsuların dinamik doğası gereği, sürekli olarak akışın, taşınan sedimentin ve diğer sürüklenen materyallerin etkilerine maruz kalmaktadır. Bu etkilerin başında, yapıların çevresinde meydana gelen yerel oyulma ve Sürüklenen Odunsu Materyallerin etkisi (SOM) gelmektedir.

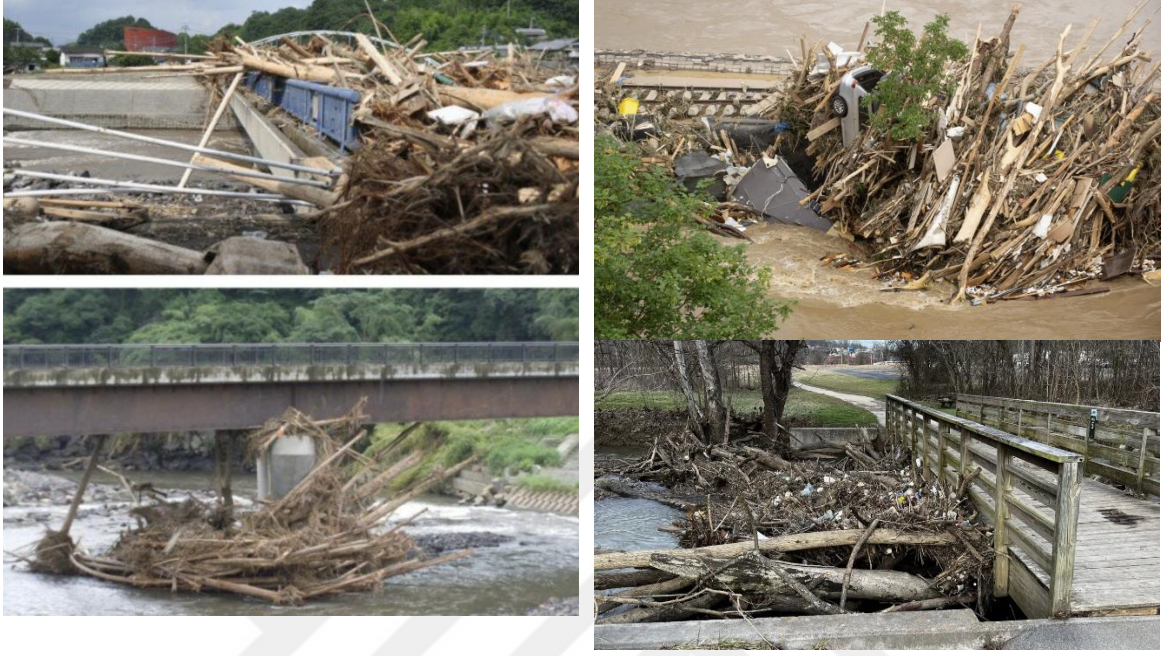
Hidrolik yapılarla ilişkili en önemli ve yaygın mühendislik problemlerinden biri, yapı elemanları çevresinde meydana gelen yerel oyulmadır. Özellikle köprü ayakları çevresinde gelişen oyulmalar, yapının temel stabilitesini doğrudan etkileyerek taşıma kapasitesinin azalmasına ve hatta köprünün tamamen göçmesine neden olabilen kritik bir sorundur. Köprü ayakları etrafındaki yerel oyulma, akımın ayak engeliyle etkileşimi sonucu yatak malzemesinin erozyona uğramasıdır ve köprü yıkılmalarının başlıca nedenlerinden biri olarak kabul edilmektedir.

Oyulma derinliğinin zamanla gelişimi, çeşitli çalışmalarda deneysel olarak incelenmiş ve modellenmeye çalışılmıştır. Bu süreçte, düşey hız bileşeni gibi akım karakteristiklerinin oyulma derinliğiyle ilişkisi önem taşımaktadır. Çalışmalar, silindirik ve kare kesitli ayaklar etrafındaki akım alanı, türbülans ve taban kayma gerilmesi dağılımı gibi konuların araştırıldığını göstermiştir (Çetin ve diğ. 2016). Oyulma derinliğinin zamana bağlı değişimini hesaplamak için çeşitli modeller geliştirilmiştir.

Seller ve taşkınlar olduğu zaman akarsular tarafından taşınan ağaçlar, kütükler ve diğer büyük odunsu materyaller de kritik mühendislik problemlerine neden olmaktadır (Friedrich ve diğ. 2022). Bu materyaller, köprü ayaklarında veya kontrol yapılarında birikerek akımı engelleyebilir, su seviyelerini yükseltebilir ve yapısal yüklere neden olabilir.

Odunsu materyallerin birikimi, yapı çevresindeki oyulmayı da doğrudan etkileyebilir. Özellikle yaşanan aşırı yağış olaylarında, sürüklenen ağaçların köprü ayaklarına çarpması sonucu meydana gelen köprü tıkanmaları Şekil 1.1'de gösterilmiştir. Şekil 1.2'de ise

Türkiye'nin Kastamonu/Bozkurt ilçesinde yaşanan taşkın esnasında köprüye gelen sürüklenen odun materyalinin köprüyü tamamen tıkaması sonucu şehirde felaketin daha da büyümesine neden olduğu görülmektedir.



Şekil 1.1 : Taşkın anında köprü kesitlerinde biriken odunlar (Kimura ve diğ, 2014).



Şekil 1.2 : Kastamonu-Bozkurt ilçesi Ezine Çayında yaşanan taşkın görüntüsü.

Sürüklenen odunsu malzeme (SOM), akarsu ekosistemlerinin doğal ve önemli bir bileşenidir. Nehir yataklarına ağaç düşmesi, kıyı erozyonu, kütle hareketleri (heyelanlar,

çığlar) ve fırtınalar gibi doğal süreçlerle akarsuya girerler. SOM'ların akarsulardaki varlığı; habitat çeşitliliğini artırma, akış yollarını değiştirerek yatak morfolojisini şekillendirme ve sediment birikimini etkileme gibi ekolojik faydalar sağlar. Ancak, özellikle taşkın olayları sırasında taşınan SOM, hidrolik yapılar için ciddi bir tehdit oluşturabilir (Furlan ve diğ. 2021).

SOM'un akarsulardaki taşınım dinamikleri; akım hızı, su derinliği, yatak morfolojisi, kanal geometrisi ve SOM'un kendi karakteristikleri (boyut, şekil, yoğunluk, ağaç kökü varlığı ve dallanma durumu) gibi birçok faktöre bağlıdır. SOM, akımla birlikte yüzerek, kayarak, yuvarlanarak veya sürüklenerek hareket edebilir. Akım koşulları ve engellerin varlığına bağlı olarak tek tek veya gruplar halinde taşınabilir (tıkanmış, yarı-tıkanmış, tıkanmamış rejimler) (Friedrich ve diğ. 2022). SOM'un nehirlerdeki potansiyel hacmini (arızını) tahmin etmek için çeşitli deterministik ve ampirik modeller geliştirilmiştir. Bu modeller genellikle ağaç düşmesi, kıyı erozyonu ve kütle hareketleri gibi SOM'un kaynağı olan süreçleri dikkate alır ve orman envanteri, arazi eğimi, akarsu geometrisi gibi girdiler kullanır (Steeb ve diğ. 2023).

SOM'un hidrolik yapılarla etkileşimi, yapısal bütünlük ve hidrolik performans açısından önemli mühendislik zorlukları ortaya koymaktadır. SOM'un, özellikle köprü ayakları, menfezler, bentler ve özel olarak inşa edilen SOM tutma yapıları (ızgaralar, kafesler) gibi yapılarda birikerek (tıkanma/sıkışma) sorunlara yol açması yaygındır. Bu birikimler, akım yolunu daraltarak veya tamamen kapatarak akım direncini önemli ölçüde artırabilir.

Artan akım direnci, yapının membasında su seviyesinin yükselmesine (geriye su basması) neden olabilir. Geriye su basması; taşkın riskini artırabilir, kıyı alanlarını su altında bırakabilir ve yapının kendisi üzerinde artan hidrostatik basınca yol açabilir. SOM'ların birikimlerinin su basması üzerindeki etkisi, birikimin sıklığı, uzunluğu ve içerdiği ince organik malzeme oranı gibi özelliklere bağlıdır. Farklı ölçeklerdeki ($\lambda=6, 30, 50$) fiziksel model deneyleri, SOM birikimlerinin sıklığı ve ince malzeme içeriği gibi parametrelerin su basması yüksekliği (Δh) üzerindeki etkisini araştırmıştır (Schalko 2018).

SOM'un yapılar üzerindeki bir diğer kritik etkisi ise meydana getirdiği dinamik yüklerdir. Özellikle yüksek akım hızlarına sahip taşkınlar veya kütle akışı niteliğindeki olaylar sırasında taşınan tekil odun parçaları veya SOM birikimleri, yapının ana taşıyıcı elemanlarına çarpabilir.

Mevcut mühendislik tasarım yaklaşımları genellikle sediment taşıyan akımları akışkan ve katı teorisi temelinde değerlendirmekte, ancak SOM'un çarpma etkisini ve neden olduğu ilave yükleri tam olarak dikkate almamaktadır. Deneysel çalışmalar, SOM içeren sığ akımların bentler üzerindeki darbe yüklerini ölçmüştür. Sediment birikim durumu veya sediment kontrol oranına bağlı olarak, mevcut tasarım dış yüklerinin (sel akımı akışkan kuvveti) yalnızca belirli koşullarda SOM tutma yapısına etki ettiği kabul edilmektedir. Ancak, SOM'un baskın olduğu veya tam doluluk koşullarında bile SOM tutma yapıları üzerinde darbe yüklerinin oluştuğunu gösteren çalışmalar mevcuttur.

Mevcut tasarımların su yoğunluğu ve sığ akım konsantrasyonuna dayandığı için SOM içeren sığ akımların etkilerini tam olarak yansıtmadığı ve tasarım yüklerinin aşırı tahmin edilmesini önlemek için SOM yoğunluğunu dikkate alan bir katsayı uygulanması gibi değişiklikler önerilen çalışmalar bulunmaktadır. Sediment yönetimi ve birikim durumu değişiklikleri göz önüne alındığında, SOM tutma yapısının yanı sıra ana geçirimsiz kısmın da taşkın akımına maruz kalma olasılığının tasarımda dikkate alınması gerektiği vurgulanmıştır.

Yeni önerilen tasarımda, yatay tasarım yükünün; sediment birikim durumu veya sediment kontrol oranından bağımsız olarak SOM tutma yapısı için SOM içeren sel akımından kaynaklanan akışkan kuvvetini, mevcut geçirimsiz kısım için ise birikim basıncını, statik su basıncını ve sel akımından kaynaklanan ilave toprak basıncını içermesi gerektiği belirtilmiştir. Özellikle büyük taneli malzemeler içeren sel akımlarında çarpma yüklerinin dikkate alınmasının önemi vurgulanmıştır.

Sürüklenen odunsu malzeme (SOM) varlığı, hidrolik yapı çevresindeki akım alanını ve dolayısıyla oyulma süreçlerini doğrudan etkiler. Köprü ayakları veya bentler gibi engellerin etrafında biriken SOM, akımın yolunu ve hızını değiştirerek yeni girdaplar veya türbülans bölgeleri oluşturabilir (Friedrich ve diğ. 2022). Bu değişiklikler, oyulmanın hem derinliğini hem de mekansal dağılımını etkileyebilir.

Sürüklenen odunsu malzeme (SOM) birikimleri, yapının membasında veya mansabında yerel oyulmayı artırabilir veya azaltabilir. Örneğin, köprü ayakları çevresinde SOM birikiminin oyulma evrimi üzerindeki etkisini inceleyen çalışmalar bulunmaktadır. Birikimin pürüzlülüğü ve gözenekliliği gibi karakteristiklerinin oyulma gelişimini etkileyebileceği belirtilmiştir. SOM'un neden olduğu oyulma veya SOM birikiminin neden olduğu yerel oyulma fiziksel model deneyleri ile incelenmiştir. Farklı SOM konfigürasyonlarının (örneğin, ağaç kökü varlığı) oyulma üzerindeki etkisi araştırılmıştır.

Yatay akış yönüne göre eğimli yerleştirilmiş SOM tutma yapıları (ızgaralar) çevresindeki oyulma morfolojisi de araştırılmıştır (Schalko 2020).

Sürüklenen odunsu malzeme (SOM) birikimlerinin farklı yoğunluklarda olması (sıklık/gözeneklilik) çevresindeki yerel jeomorfolojik değişiklikleri ve oyulma topoğrafyasını etkileyebilir. Büyük odun birikimleri ayrıca kanal hidroliği ve sediment taşınım desenlerini de etkileyebilir (Friedrich ve diğ. 2022). Bu karmaşık etkileşimlerin doğru anlaşılması, hidrolik yapıların güvenliği için hayati önem taşımaktadır.

Taşkınlar sırasında hidrolik yapılarda SOM birikiminin neden olduğu riskleri azaltmak amacıyla çeşitli mühendislik yapıları ve karşı önlemler geliştirilmiştir. Bunlar genellikle iki ana kategoriye ayrılır: SOM'u kaynağında veya akım yolu üzerinde tutmayı amaçlayan yapılar ve hassas yapıların (köprüler gibi) SOM'dan korunması için alınan önlemler.

Sürüklenen odunsu malzeme (SOM) tutma yapıları (enkaz bariyerleri, ızgaralar ve bentler gibi) genellikle akarsu yatağı boyunca belirli noktalara yerleştirilir ve sürüklenen SOM'u yakalayarak yapının mansabındaki yerleşim yerlerini veya kritik altyapıyı korur. Bu yapıların tasarımı; SOM'un boyutları, miktarı, akım karakteristikleri ve yapının maruz kalacağı yüklere (özellikle sel akımları gibi durumlardaki darbe yükleri) göre yapılır. Geçirgen veya geçirimsiz tipte olabilirler ve yapısal geçirgenliğin hem SOM yakalama verimliliğini hem de yapı üzerindeki yükleri etkilediği bilinmektedir. Sediment kontrolü amacıyla inşa edilen bentlerin de SOM yakalama kapasitesi bulunmaktadır. Yarık tipi bentler, hem sediment hemde SOM yönetimi için kullanılabilen yapılardır ve buralardaki SOM birikimi ve sediment birikimi arasındaki etkileşimi de araştırılmıştır.

Köprüler gibi kritik yapıları korumak için ise doğrudan köprü ayakları veya köprü açıklığı seviyesinde SOM birikimini önlemeye yönelik önlemler alınabilir. Köprü ayaklarının SOM yakalama olasılığını azaltmak için farklı ayak şekillerinin etkisi araştırılmıştır (De Cicco 2020). Ayrıca, köprü ayaklarına eklenen bazı yapılarla SOM'un ayağa takılma veya birikme olasılığının azaltılması ve dolayısıyla oyulma riskinin düşürülmesi üzerine çalışmalar yapılmıştır. Bu çalışmalar, bu tür eklemelerin SOM birikim olasılığını ve oyulmayı azaltmada potansiyel etkinliğini göstermiştir. Oyulmayı azaltmaya yönelik yakalıklar gibi genel karşı önlemler de mevcuttur, ancak bunların SOM varlığındaki etkinliği çalışmalarda doğrudan ele alınmamıştır (Göğüş ve Dogan 2010).

Nehirlerde SOM dinamikleri, hidrolik yapılarla etkileşimleri ve oyulma mekanizmaları üzerine önemli araştırmalar yapılmıştır. Fiziksel modelleme ve sayısal modelleme bu

alandaki en yaygın araştırma yöntemleridir. Deneysel çalışmalar; farklı akım koşulları, yatak tipleri, SOM karakteristikleri ve yapısal geometriler altında SOM'nun taşınımını, birikimini, hidrolik etkilerini (su basması, akım direnci) ve oyulma üzerindeki etkilerini inceler. Sayısal modeller, SOM parçacıklarının bireysel hareketlerini, çarpışmalarını ve engeller çevresindeki birikimini simüle etme yeteneği sunar. Ancak, sağlanan kaynaklar ışığında, SOM'nun hidrolik yapılar üzerindeki etkileri ve karşı önlemler konusundaki anlayışımızda hala bazı önemli boşluklar bulunmaktadır. Bunlar;

- Dinamik Yükler: Mevcut tasarım standartlarının, özellikle SOM içeren karmaşık akım rejimlerindeki (örn. sel akımları) SOM kaynaklı dinamik yükleri tam ve güvenilir bir şekilde karşılayıp karşılamadığı belirsizliğini korumaktadır.
- Sürüklenen Odunsu Malzeme (SOM) Karşı Önlemlerinin Oyulma Etkisi: SOM birikimini engellemeye yönelik köprü ayaklarına yerleştirilen özel yapıların, sadece SOM birikimini azaltmadaki etkinliğinin değil, aynı zamanda bu yapıların kendilerinin akım alanını değiştirerek oyulma üzerindeki potansiyel etkilerinin ve SOM birikimi oluşsa bile bu birikimin karakteristiklerini nasıl etkilediğinin kapsamlı bir şekilde incelenmesi gerekmektedir.

Bu tez çalışması, yukarıda belirtilen boşluklardan yola çıkarak, özellikle köprü ayakları çevresinde SOM birikiminin hidrolik ve morfolojik etkileşimlerini daha derinlemesine anlamayı ve bu birikimi ve etkilerini azaltmaya yönelik yapısal karşı önlemlerin performansını araştırmayı amaçlamaktadır. Artan taşkın sıklığı ve şiddeti göz önüne alındığında, akarsu mühendisliği yapılarının, özellikle de köprülerin SOM riskine karşı daha güvenli hale getirilmesi büyük önem taşımaktadır. Bu amaçla, SOM'nun köprüye ulaşmasını engellemek için kanal içerisine farklı konfigürasyonlarda GM yerleştirilerek deneysel çalışmalar yapılmıştır. Geçirgen mahmuz terimi ilk kez bu çalışma ile önerilmiş ve deneysel olarak test edilmiştir. Çalışmalar, hareketli taban koşullarında gerçekleştirilmiş olup, deney parametreleri metod bölümünde detaylı olarak anlatıldığı şekilde belirlenmiştir. Deneysel sonuçlara göre, GM'ların SOM'ları yakalama oranları incelenmiştir. Ayrıca, memba tarafında oluşan su kabarması ve oluşabilecek maksimum oyulma noktasının (GM'da veya köprü ayağında) yeri araştırılmıştır.

2. LİTERATÜR ÖZETİ

Literatürde bulunan çalışmaların daha iyi anlaşılması için kendi içerisinde; SOM'ların taşınım türleri, SOM'ların taban oyulması ve akım kabarmasına etkileri, SOM yakalama veya baypas yapıları ve SOM'ların akımla taşınım dinamikleri olmak üzere 4 farklı kategoride sınıflandırılarak incelenmiş ve aşağıda verilen sıraya göre özetlenmiştir.

2.1 Akımla Taşınan Odun Malzemelerin Sıkışık Olup Olmaması Durumlarına Ait İncelemeler

Shrestha ve diğ. (2009), bir ızgaralı bent üzerindeki yüzen odun ile moloz akışının davranışını incelemiştir. Yüzen odunun sıkışması nedeniyle yakalanmasını hesaplamak için sayısal bir model geliştirmiş ve simülasyon sonuçlarını deneysel sonuçlar ile karşılaştırmıştır. Izgaralı bent üzerinde yüzen odunların ızgara tarafından yakalanması ve sıkışmasından oluşan moloz akımı süreci incelenmiştir. Izgaralı bent üzerindeki yüzen odunların sıkışması, geometrik koşullara ve olasılıksal yaklaşımlara dayalı olarak değerlendirilmiştir. Izgaralı bentte yüzen odunların sıkışmasından kaynaklanan moloz akımı birikimini hesaplamak için bir model geliştirmiştir. Izgaralı bentten geçen akım ve sediment tahliyesi, ızgaralı bentte yüzen odunun sıkışması nedeniyle azalmıştır.

Ruiz Villanueva ve diğ. (2014b), nehirler tarafından taşınan büyük odunsu malzemenin, kritik akım geometrisi konfigürasyonlarında (örneğin köprüler) birikerek köprü kırılmalarına yol açabileceğini ve bu durumun taşkınların yıkıcı gücünü önemli ölçüde artırdığını belirtmiştir. Çalışmada, 1997 yılında yüksek oranda büyük odunsu malzemenin taşınımının gözlemlendiği bir sel olayının yaşandığı bir İspanyol dağ nehrindeki durum araştırmıştır. Köprü tıkanma sürecini simüle etmek ve odun birikinti modellerini yeniden oluşturmak amacıyla; hareket eden bireysel odun parçalarını modelleyen, su akımı ile odun parçaları arasındaki ve odunların köprü ile etkileşimini araştıran bir yaklaşım benimsenmiştir. Büyük odunsu malzemenin taşınmasını ve hidrodinamik üzerindeki etkisini simüle etmek üzere Iber 2D hidrodinamik yazılımına yeni bir modül (Woody Iber) ekleyerek sayısal bir model geliştirmiştir. Modelde, odun taşıma oranı için farklı senaryolar belirlenerek, giriş sınır koşullarının köprü tıkanması üzerindeki etkisi araştırılmıştır. Simülasyon sırasında yüzen odunlar, üç farklı rejimde (sıkışık, yarı sıkışık ve sürekli) olacak şekilde kullanılmıştır.

Tablo 2.1 : Senaryoların Karşılaştırılmasına Dair Özet Bulgular
(Ruiz Villanueva ve diğ. 2014b).

Senaryo	Tıkanma Oranı (%)	Köprüdeki Su Seviyesi (m)	Ortalama Akış Hızı (m s ⁻¹)
Sıkışık	>70	8.3	1.45 (SD 1.35)
Yarı Sıkışık	~50	7.3	1.63 (SD 1.28)
Sürekli	<40	6.8	1.94 (SD 1.40)

Araştırmacı sonuç olarak, en iyi senaryoyu Tablo 2.1’de yarı sıkışık, toplam odunun %60’ının tepe debisinden önce taşındığını ve köprüdeki tıkanma oranının yaklaşık olarak %50 ve su seviyesinin 7.3 m’ye yükseldiğini bildirmiştir.

Rusyda ve diğ. (2014), bir kütük sıkışması ile bir kanaldaki tıkanıklık arasındaki ilişkiyi incelemek için deneyler yapmıştır. Çalışmada; silindirik ahşap parçalar, yüzen odunsu molozu temsil ederken, tek ayaklı köprüler engel modeli olarak kullanmıştır. Sonuç olarak, model köprüsündeki bir kütük sıkışmasının, bir kanaldaki engelin birikme alanı tarafından belirlendiğini ortaya koymuştur. Rusyda, bir engeldeki bir kütük sıkışmasının hacmini tahmin etmek için ampirik bir denklem önermiştir. Model köprüdeki bir kütük sıkışması membada suyun yükselmesine (su kabarmasına) neden olmuştur. Membada su yükselmesi, bir model köprü tarafından tutulan ağaç parçalarının sayısına bağlıdır.

Ravazzolo ve diğ. (2020), Yeni Zellanda’daki bir nehrin membada kısmını temsil eden yatak koşulları kullanılarak bir kanal deneyi gerçekleştirmiştir. Model, çok sayıda ölçeklendirilmiş SOM elemanını ve üç ayaklı sıraya sahip tek şeritli bir köprüyü içermektedir. Kanal morfolojisindeki değişikliklerin doğru bir şekilde ölçülmesi ve oyulma derinliği ile net hacim değişikliği hakkında bilgi sağlamak için yeni bir teknik olan Hareketten Yapı verileri kullanmıştır. Çalışmanın sonuçları; düşük debiler sırasında kütüklerin akım yönüne dik bir oryantasyonda birikme olasılığının daha yüksek olduğunu, yüksek debiler sırasında ise kütüklerin rastgele bir yönde biriktirilmeye eğilimli olduğunu göstermiştir. Genel olarak, akım, odun elemanları ve sedimentler arasındaki karmaşık etkileşim süreçleri hakkında önemli bilgiler sunmuştur. Sürüklenen odun birikiminin altında, akım sapması ve geri su etkisi nedeniyle oluşan süperkritik türbülanslı akım koşulları, daha kaba sedimentleri mobilize etmiş ve kanalın tabanına ulaşan yerel oyulma gelişimini tetiklemiştir.

Kimura ve Kitazono (2020), köprü ayakları ve düz bentler gibi hidrolik yapıların etrafındaki yüzen odun hareketini tahmin etmenin önemini vurgulamıştır. Çalışmada, odun hareketini simüle etmek için bir Euler tipi üç boyutlu akım modeli ile bir Lagrange tipi iki boyutlu yüzen odun modelinin birleştirilmesine dayanan sayısal bir model önermişlerdir. Araştırmacılar, kavisli bir kanalda ve engellerin etrafındaki yüzen odun hareketi üzerine

laboratuvar testleri yapmışlardır. Hesaplama sonuçları, üç boyutlu akım özelliklerinin kavisli bir kanalda yüzen odun hareketini önemli ölçüde etkilediğini göstermiştir. Yüzen odunların engeller etrafındaki üç boyutlu davranışını sınıflandırmak için, yüzen odunların Richardson sayısını (DRI) tanımlamışlardır. Deneysel sonuçlar, artan bir DRI değerinin, yüzen odunlar tarafından daha fazla üç boyutlu davranışı ve engeller tarafından azaltılmış bir yakalama oranını gösterdiğini ortaya koymuştur. Ayrıca, yüzen odunların akım üzerindeki sürüklenme kuvvetinin etkisini; memba su yüksekliğini ve istiflenmiş odunların arkasındaki akım yavaşlamasını simüle etmek amacıyla iki yönlü (two-way coupled) bir model geliştirmişlerdir. Hesaplama sonuçları, iki yönlü modelin engellerin memba bölgesindeki su seviyesindeki artışı ve hızdaki düşüşü yeniden üretebileceğini göstermiştir. Bununla birlikte, eğer sıkışma üç boyutlu bir şekilde gerçekleştiyse, yüzen odunların sıkışmasının neden olduğu bu etkilerin hafife alındığı belirtilmiştir.

Piton ve diğ. (2020), Büyük Odun birikiminin bu tür yapılarda (bentlerde), açıklıkları kapatma ve enerji yükü kayıplarını artırma, dolayısıyla akım seviyelerini yükseltme eğiliminde olduğunu belirtmektedir. Çalışma, büyük odun ile ilgili enerji yük kaybının deneysel niceliğini ve çeşitli bent modellerinde (yamuk, yarık, yarık ve Sabo tipi) su derinliğindeki ilgili artışı hesaplamanın basit yollarını sunmuştur. Yapılan gözlemlere göre; açık gövdelerinin akım kapasitesi ve dolu savaklarının tepesindeki taşma derinliği (yani toplam derinlik - dolusavak yüksekliği) ortalama odun çapının yaklaşık 3-5 katı olduğunda, büyük odunun genellikle yapı üzerinden salındığı gözlemlenmiştir. Araştırmacı büyük odun birikimlerinin iki farklı rejimi gözlemlediğini bildirmiştir:

1. Yüzen Halı Rejimi: Tek bir yüzen katman halinde oluşur.
2. Sıkışık ve Batık Rejim: Yoğun ve karmaşık üç boyutlu desenlerde oluşur.

Düşük geçirgenliğe sahip bentler, akım yukarısında düşük hız oluşturur ve yüzen odunlar daha sonra yüzer halılar (tek bir yüzen katman) olarak biriktiğini, tersine, yüksek geçirgenliğe sahip bentler, bentlerin hemen yukarısında yüksek hızları korur ve yüzen odunlar, yoğun ve karmaşık üç boyutlu desenlerde birikme eğilimini gösterdiğini ifade etmiştir.

Okamoto ve diğ. (2021), kütük sıkışmasının oluşumunu ve büyümesini incelemek için tek ayaklı bir köprüde gelen odunların biriktirme deneyini gerçekleştirmiştir. Çalışmada, birikim sürecinin dört aşamaya bölünebileceği belirtilmiştir. Kütük sıkışmasının tıkanma

oranını değerlendirmek için durgun su artışı (su kabarması), gözenekli levha testleri ile karşılaştırmıştır. Daha sonra, köprülerde çok sayıda kütük birikmesinden sonra hız alanının birikim süreci üzerindeki etkisi incelenmiştir. Kütük sıkışmasının altındaki anlık akım hızının ve gelen kütüklerin anlık hareketinin eř zamanlı lmleri PIV (Parçacık Görüntülemeli Hız lm) tekniğiyle yapmıştır. Ayrıca, yaklaşım akım hızı, kanal genişliği ve model kütük uzunluğunun kütük sıkışması oluşumu üzerindeki etkileri araştırmıştır. Bu sonuçlar, biriktirme sürecinin ana parametresini (kütüklerin batma hareketi) ve yüzen odun halı şeklinin aldığı görülmüştür.

Vaughn ve Crookston (2022), Brazos Nehri (Teksas, ABD) zerindeki labirent savaktan alınan arazi verilerini kullanarak, labirent bentleri ile batık odunsu moloz sıkışmaları arasındaki etkileşimi değerlendirmek amacıyla bir laboratuvar çalışması gerçekleştirmiştir. Çalışmada, deşarj derecelendirme eğrileri dahil olmak üzere yapı hidroliği, beş farklı batık odunsu enkaz sıkışma senaryosu incelenmiştir. Moloz hacmi, moloz sıkışma geometrisi ve molozun akım alanı üzerindeki etkisi, labirent savakların debi kapasitesini büyük ölçüde etkilemiştir. Batık moloz birikimi, labirent savakların hidrolik verimini olumsuz etkilemiş ve deşarj katsayısında (C_d) ortalama en az %11, maksimum ise %33'e kadar bir azalmaya neden olmuştur. C_d 'deki bu azalma, memba bölgesindeki toplam enerji yüksekliğinde yüksek akımlarda %17 ila %41 arasında bir artışa yol amıştır. Bu artış, yüzen moloz birikiminin neden olduğu artıştan (%7–17) belirgin şekilde daha büyüktür. Sonuç olarak bu çalışma, labirent savaklarda batık odunsu moloz birikiminin deşarj kapasitesini ciddi şekilde düşürdüğünü ve memba su seviyesini artırarak taşkın riskini yksettiğini göstermiştir.

Schalko (2023), odun sıkışmalarının doğal engellerde oluşabileceğini ve aynı zamanda nehir restorasyonu ile doğal taşkın yönetimi için doğal bazlı çözümler olarak da kullanılabileceğini belirtmektedir. Yapılmış olan çalışmalar, tüm kanal kesitini kapsayan sıkışmalar ve sıkışmanın alt kenarı ile yatak arasında bir boşluk bulunan kütük sıkışmaları nedeniyle oluşan su yükselişini tanımlamıştır. Ancak, odun sıkışıklığı ile kanal kıyısı arasında yanall bir boşluk bırakan, kanalın genişliğini doldurmayan ancak derinliğini dolduran odun sıkışmaları da yaygın olarak görülen doğal oluşumlardır ve bu çalışmanın odak noktasıdır. Odun sıkışıklığı ile yanall boşluk arasındaki akış dağılımı, durgun su yükselmesi ve iz türbülansı, sıkışmanın ekolojik ve taşkın riski etkisini belirlemede temel faktörlerdir. Spesifik olarak, kanal boyunca uzanan bir tıkanıklık ile karşılaştırdığında, yanall bir boşluğun eklenmesi: Membadaki su yükselmesini azaltabilir, iz bölgesi içinde besinler veya

mikroplastikler gibi parçacıkların yakalanma potansiyelini artırabilir ve ancak aynı zamanda boşlukta erozyonu da teşvik edebilir şeklinde belirtmiştir. Odun sıkışıklığı ve boşluk genişliklerinin seçimi, nehirlerdeki akım ve habitat çeşitliliğini en üst düzeye çıkarırken erozyon riskini azaltmak için de kullanılabilir. Deneysel çalışmalar, sıkışma ve yanal boşluk arasındaki akış dağılımının, sıkışma ve boşluk bölümleri boyunca eşit direnç varsayılarak tahmin edilebileceğini göstermiştir.

Tablo 2.2 : Akımla taşınan odun malzemelerin sıkışık olup olmaması durumlarına ait incelemelerin özet bilgileri.

Yazar ve Tarih	Denyede Kullanılan Yöntem ve Gereçler	Bulgular ve Sonuçlar
Shrestha ve diğ. (2009)	Çap: 3 ve 4 mm, uzunluk: 3.5, 4.0 ve 4.5 cm, kanal eğimi 18° olan deneyler ile sayısal model karşılaştırılmıştır.	2D sayısal bir modelin geçerliliğini incelemiştir. Model, odun sıkışması nedeniyle setten geçen akış ve sediman debisindeki azalmayı başarılı bir şekilde tahmin etmiştir.
Ruiz Villanueva ve diğ. (2014b)	Iber 2D hidro dinamik yazılımına yeni bir modül (Woody Iber) ekleyerek 2D sayısal bir modeli ve üç farklı senaryoda (sıkışık, yarı sıkışık ve sürekli) odun olacak şekilde	En iyi senaryo yarı sıkışık, toplam odunun %60'ının tepe debisinden önce taşındığı durumdur. Bu senaryoda köprüdeki tıkanma oranı ~%50'dir ve su seviyesi 7.3 m'ye yükseldiğini belirtmiştir.
Rusya ve diğ. (2014)	Eğim: 1/100 ve 0.6/100, birim debileri q yaklaşık 200 cm ² /s veya 250 cm ² /s arası, kütükler; (D=2.0 mm, L=7.0 cm) ve odun sayısı 50 ile 800 arasında ve tek ayaklı köprü modeli kullanılmıştır.	Geri su yükselmesini tahmin etmek için ampirik denklem ile tahmin edilmesi, ardından tıkanma oranından kayıp katsayısının belirlenmesi ve hidrolik koşullar kullanılarak geri su yükselmesinin öngörülmesine dayanan bir akış şeması sunulmuştur.
Kimura ve Kitazono (2020)	Sayısal Model: 3D–2D modeli, iRIC yazılımında yer alan 3D akış çözücüsü NaysCUBE ile birleştirilmiştir. Odun çapı: 5 mm, uzunluğu:4 cm toplamda 110 adet odun parçası kanala beslemiştir. Kanal 20cm genişlik ve 3.4 m uzunluğunda ve 60 dereceli menderesli olarak yapmıştır.	Odun birikiminin akış rejimini etkilediği, engelin mansabında su seviyesinde artışa ve akış hızında azalmaya neden olduğu deneysel sonuçlara göre belirtmiştir. DRI değerinin artmasıyla odun yakalama oranı artmıştır. DRI değerinin artmasıyla su seviyesinde artış gözlemlenmiştir.
Ravazzolo ve diğ. (2020)	Uzunluk:6m, genişlik: 1.5 m eğim 0.002 Deneyler, 5 ila 80 l.s ⁻¹ arasında değişen birim debilerle, dokuz aşamalı simetrik bir hidrografi taklit ederek yürütmüştür. Sediment d ₅₀ 13 mm sürüklenen odun, sekiz farklı boyutta 10 ila 25 mm çap ve 100 ila 400 mm uzunlukta silindirik ahşap dübeller kullanılmıştır.	Düşük debilerde, kütükler engelle karşılaşana kadar akışa paralel sürüklendiği, ardından akış yönüne dik bir yönde birikme olasılıklarının daha yüksek olduğunu belirlemiştir. Yüksek debilerde ise, kütükler daha hızlı hareket etme eğilimindedir ve engele çarpışınca kadar daha rastgele bir yönelimde birikme eğilimi olduğunu belirtmiştir.
Piton ve diğ. (2020)	Set Modelleri: Fransa ve Japonya'da yaygın olarak kullanılan dört ana set tipi test edilmiştir: kapalı set, ızgaralı yarı set (slit), yuva set (slot) ve sabo set (kazık/direk yapısı). Deneyde kullanılan odun çapları 5 cm kadar ve uzunlukları da 20 cm kadar büyüklüğe kadar kullanılmıştır.	Odun birikiminin neden olduğu bağıl su derinliği artışı ($\Delta h/h_0$) set tipine göre önemli ölçüde farklılık göstermiştir. Genel olarak, setin geçirgenliği arttıkça, enerji kaybı artmıştır. Odunun birikim şekli, setin geçirgenliğine bağlı olarak değişen iki ana rejim altında gözlemlenmiştir. Yüzen halı yani tek bir yüzen katman halinde ve sıkışık ve batık şekilde olduğunu belirtmiştir.

Tablo 2.2 (devam) : Akımla taşınan odun malzemelerin sıkışık olup olmaması durumlarına ait incelemelerin özet bilgileri.

Okamoto ve diğ. (2021)	10 m uzunluğunda ve 0.4 m genişliğinde. Kütükler, özgül yoğunluğu 0.7 g/cm^3 , 0.006 m çapında ve uzunlukları $l = 0.06, 0.09, 0.12 \text{ m}$ ahşap dübellerle modellenmiştir.	Tek ayaklı köprülerde kütük yığıntısı oluşumunun dört aşamalı yapısını ve kütüklerin batma hareketinin kritik bir Ters Driftwood Richardson Sayısı eşiği ($1/R_i$) tarafından şelillendiğini belirtmiştir.
Vaughn ve Crookston (2022)	1.2 m genişliğinde bir kanalda, iki çevrimli labirent savak modeli (çeyrek yuvarlak tepe şekli) kullanılarak yapılmıştır. Moloz Modeli: Moloz yığıntıları, çam ormanlarında yaygın olarak oluşan kök veya dal içermeyen silindirik kütük gövdelerini kullanmıştır.	Batık moloz birikimi, labirent savakların hidrolik verimini olumsuz etkilemiş ve debi katsayısında (C_d) ortalama en az %11, maksimum %33'e kadar azalma oluştuğunu belirtmiştir. Labirent savaklarda batık odunsu moloz birikiminin debi kapasitesini ciddi şekilde düşürdüğünü ve memba su seviyesini artırarak taşkın riskini yükselttiğini belirtmiştir.
Schalko ve diğ. (2023)	Doğal ahşap kütükler: $d = 0.027 \pm 0.003 \text{ m}$ çapında, odun uzunluğu: 0.21, 0.4 ve 0.5	Yığıntı arkasında düşük hızlar, yanal boşlukta ise yüksek hızlar gözlemlenmiştir. Daha kompakt yığıntılar, daha yüksek geri su yükselmesine ve daha fazla türbülans oluştuğunu belirtmiştir.

2.2 Yarı Geçirgen Sediment Kapanları Etkisinde Oyulma, Odun Yığılması ve Su Seviyesi Kabarmalarının İncelenmesi

Aronne Armanini ve diğ. (2001), yarı kontrollü bir bentte (sedde) açıklık tasarlama probleminde teorik bir yaklaşım sunmuştur. Yaklaşım, debi ve sediment kütlesinin korunmasına ve sabit koşullar altında enerji dengesine dayandırmıştır. Çalışma, açıklık genişliği, sediment özellikleri, dağ nehri geometrisi ile su ve sediment deşarjı arasında bir ilişkiyi araştırmıştır. Ayrıca hem suyun hem de sedimentin kararsızlığı sorunu ve kararsız akımın bir dizi kararlı durum olarak ele alınma olasılığı da göz önünde bulundurmıştır. Teorinin sonuçları, bir ölçekli model kullanarak gerçekleştirdiği bir laboratuvar araştırmasını kontrol etmiştir. Sabit ve kararsız su ve sediment kaynakları koşulları altında farklı açıklık genişlikleri test etmiştir. Deneylerin sonuçlarının, teoriyi oldukça iyi doğruladığını belirtmiştir.

Catella ve diğ. (2005), yarı kontrollü bentlerin dağ nehri kontrolünde yaygın olarak kullanıldığını belirtmektedir. Çalışmada, İtalya Toskana'daki Versilia Nehri'nin iki alt havzasında inşa edilmiş dört yarı kontrollü bent ile katı deşarj rejimi arasındaki etkileşimi değerlendirmek için bir saha doğrulaması sunmuştur. Analiz; hidrolojik, topografik ve sedimantolojik verilerden oluşan nispeten ayrıntılı bir saha bilgisine ve Armanini ve Larcher (2001) tarafından önerilen yeni bir modele dayandırmıştır. Çalışma, yarı kontrollü bent

verimliliğini, büyük taşkınlar sırasında sediment oluşumu ve bunun uzun vadeli sediment taşıma rejimi üzerindeki etkisi açısından analiz etmiştir. Sonuç olarak, tasarım verimliliğinin, nispeten küçük taşkınlarla ilişkili yüksek sediment tutma kapasitesinden etkilendiğini belirtmiştir. Ayrıca, teorik olarak tahmin edilen yatak geometrisi ile sistematik bir izleme faaliyeti sırasında toplanan saha ölçümleri arasında iyi bir uyum olduğunu belirtmiştir.

Shrestha ve diğ. (2012), yarık kontrollü bentlerde (sedde) yüzen odun taşıyan moloz akımlarının birikimini araştırmak için sayısal ve deneysel çalışmalar yapmıştır. Çalışmada, moloz akımının tüm aşamalarını (başlatma, taşıma ve biriktirme aşamaları) simüle edebilen, yüzen odun ile moloz akımının özelliklerini hesaplamak için iki boyutlu bir sayısal model geliştirmiştir. Bu sayısal model; moloz akımının Euler ifadesi ile yüzen odunun Lagrange ifadesinin etkileşimli bir kombinasyonu kullanarak geliştirmiştir. Ayrıca, yarık kontrollü bentte yüzen odun sıkışması nedeniyle moloz akımının yakalanma sürecini de araştırmıştır. Odunun bentte sıkışması, bent arkasında sediment birikimine yol açarak moloz akıntısının etkili bir şekilde yakalanmasına neden olduğu belirtmiştir. Simülasyonlar, bent ile birlikte gelen odunun, bent olmaksızın olan duruma göre akım ve sediment deşarjını daha fazla azalttığını belirtmiştir. Yarıktan geçen odun oranı, parçaların çapı ve uzunluğu arttıkça geçen odun oranı azaldığını ifade etmiştir.

Schalko ve diğ. (2019), hareketli bir yatak ile birlikte uzunlamasına yüzen odun birikimleri nedeniyle oluşan memba su yükselmesi üzerine gerçekleştirilen hidrolik model testlerinin sonuçlarını sunmuştur. Bulgular; (1) birincil memba su artışını oluşturan karakteristik odun hacmini, (2) odunun birikim şeklinin ve yatak malzemesinin sonuçta oluşan memba su artışı üzerindeki etkisini ve (3) odun hacminin memba su üzerindeki etkisinin tahminini incelemiştir. Sabit bir yatak ile karşılaştırıldığında, hareketli yatak, açık kesit alanı ve dolayısıyla debi kapasitesi arttıkça memba su artışını azaltmıştır. Odunlar, ızgaranın su seviyesi üzerindeki üst kısmında birikmiştir. Biriken odunun altında akım hızı artar ve akım aşağı doğru yönlendirilir. Yüksek Fr sayısı, odunun aşağı doğru sürüklenme olasılığını artırır ve bu da birikimin daha sıkı (kompakt) bir şekilde oluşmasına neden olduğunu ifade etmiştir. Organik ince malzeme birikimi, yapıyı daha kompakt hale getirir ve akım direncini artırarak su kabarmasını daha da yükseltmiştir. Organik ince malzeme ihmal edilirse, memba su yükselmesi yaklaşık 2 kat daha az tahmin edildiği ifade etmiştir. Sonuç olarak, sabit yatakla

karşılaştırıldığında, hareketli yatak memba su yükselmesini önemli ölçüde azaldığını belirtmiştir.

Schalko ve diğ. (2020), eğimli ızgaraların memba su artışını ve yerel oyulmayı azaltacağını varsaymıştır. Bu varsayım, odunların ızgara üst kısmını tıkayacağı ve böylece birikimin altındaki açık akım kesitini artıracacağı fikrine dayandırılmıştır. Çalışmada, memba su yükselişini ve yerel oyulmayı aşağıdaki parametrelerin bir fonksiyonu olarak analiz etmek için temiz su koşulları altında kanal deneyleri yapmıştır; Bunlar (Izgara eğimi, Akım özellikleri, Üniform yatak malzemesi ve Odun hacmi)'dir. Deneyler, yatak yükü taşınımının yerel oyulma ve memba su yükselmesi üzerindeki etkisini incelemek amacıyla gerçeğe benzer yatak oyulması koşulları altında gerçekleştirmiştir. Deneysel sonuçlara göre:

- Izgara açısı yataya doğru azaldıkça memba su yükselmesi ve yerel oyulma azalma olduğu belirtilmiştir.
- Izgara açısının, karakteristik odun hacmi üzerindeki etkisinin ihmal edilebilir olduğu belirtilmiştir.
- Memba su yükselmesi ($\Delta h/h_0$), ızgara açısı azaldıkça azalmıştır. Izgara açısı 90°'den 20°'ye düşürüldüğünde, ($\Delta h/h_0$), % 25 oranında azaldığını belirtmiştir.
- Oyulma derinliği (S/d_{90}) memba su yükselmesinde olduğu gibi, ızgara açısı azaldıkça azalmıştır. Izgara açısı 90°'den 20°'ye düştüğünde, oyulma derinliği yarı yarıya azalma olduğunu belirtmiştir.

Bu azalmanın nedeni, eğimli ızgaralarda açık akım kesitinin daha büyük olmasıdır. Açık kesitin büyümesi, birikimin altındaki akım hızını azaltmakta, bu da hidrolik yükü ve dolayısıyla oyulma derinliğini düşürdüğünü ifade etmiştir.

De Cicco ve diğ. (2020), köprülerdeki moloz birikintisinin köprü yapılarına ek kuvvetler uyguladığını, taşkınları ve yerel oyulmayı ağırlaştırabileceğini ve sonuçta köprünün çökmesine neden olabileceğini belirtmektedir. Çalışma, ova tipi nehirlerde köprü ayağı şeklinin odun birikimi veya tıkanma olasılığı üzerindeki etkisini değerlendirmiştir. Araştırmacılar, sayısal modelleme ile desteklenen, iki farklı akım koşulu altında çeşitli ayak şekillerini ve odun taşıma mekanizmalarını test eden bir kanalda laboratuvar deneylerini yapmıştır. Bulgulara göre, köprü ayak şekli, memba kısmındaki akım alanını büyük ölçüde etkilemekte ve bu da tıkanma olasılığını doğrudan belirlediğini ifade etmiştir. Test edilen koşullar altında en yüksek tıkanma olasılığını, kare şekilli ayak, yüksek Fr sayısı ve yarı

tıkanık odun taşıma mekanizmasının birleşimi verdiğini belirtmiştir. Odun birikimini minimuma indirmek için; silindirik veya keskin uçlu gibi daha sivri köprü ayak şekilleri, tıkanma olasılıkları açısından en uygun olduğunu ifade etmiştir.

Akçalı (2022), dünyada yaygınlaşmaya başlayan, ancak işletme aşamasındaki hızlı tıkanma mekanizması nedeniyle istenilen işlevi yeterince yerine getiremeyen geçirgen tersip bentlerine alternatif olarak tasarlanmış Gemiburnu modelini irdelemiştir. Bu çalışma ile; klasik biriktirmeli tersip bendi tipinin tasarım amacına hizmet edecek, ancak odunsu materyali de yeterince tuzaklayabilecek ve üstten aşmasını engelleyecek yeni bir bent tipi tasarımı geliştirmiştir. Gemiburnu tip geçirgen bentin, klasik yarı geçirgen bentlere kıyasla laboratuvar ortamında yapılan deneylerde hızlı tıkanma ve üstten aşma sorununa karşı etkili olduğunu göstermiştir. Gemiburnu şeklindeki yapısal modelleme, odunsu materyalin yanall yönde deplasmanını sağlayarak bent önünün açık kalmasını temin etmekte ve böylece bendin yarı geçirgen özelliğinin ve depolama kapasitesinin sürdürülmesine katkıda bulunduğunu ifade etmiştir.

Bénet ve diğ. (2021), barajların modern uygarlık için vazgeçilmez sivil yapılar olduğunu, ancak uygun şekilde tasarlanmadıkları ve işletilmedikleri takdirde bir tehdit oluşturabileceğini belirtmektedir. Barajın yıkılmasına yol açabilecek özel bir risk, dolu savak girişinin yüzen odun veya molozla tıkanmasıdır. Bu çalışma, fiziksel modelleme temelinde, bu engellenmenin yanı sıra ilgili memba su yükselmesi ve deşarj kapasitesi azalmasını araştırmıştır. Çalışmada yapılan tasarımda, tam ızgara (her ayak önünde bir çubuk, $p=0$ olmasına rağmen), tıkanıklığın etkisini neredeyse tamamen giderdiğini ifade etmiştir. Bu durum, tam ızgaranın, tıkanmayı kritik bölgeden uzağa iten ayak çıkıntısına benzer bir etki gösterdiğini ortaya koymuştur. Azaltılmış ızgara, odunun kısmen ogee eşiğine ulaşmasına izin vermiş ve debi kapasitesi sadece ($\eta \geq 0.90$) seviyesinde korunduğunu belirtmiştir. Çalışmada, tıkanıklık riskini ve memba su yükselmesini önemli ölçüde azaltmak için iki çözüm önermektedir. Bunlar; ayak çıkıntılarının rezervuara doğru uygun bir mesafe kadar uzatılması ve tam ızgaraların, eşiğin akım yukarısına yerleştirilmesi şeklinde belirtmiştir.

Furlan ve diğ. (2021), yüzen odunun nehirlerin morfolojik ve hidrolik karmaşıklığını artırdığını, ancak hidrolik yapıların taşkın boşaltma kapasitesini engelleyebileceğini ve değiştirebileceğini belirtmektedir. İlgili riski değerlendirmek için, rezervuar dolu savakları gibi hidrolik yapılar için tıkanma olasılığı tahminine ihtiyaç vardır. Çalışma, içeri akım

hızının ihmal edilebilir bir büyüklüğe sahip olduğu, rezervuar tipi bir yaklaşım akımı ile yüzen odun tıkanıklığı için daha önce çalışılmamış parametreleri sunmuştur. Deneyler, yaygın olarak kullanılan bir hidrolik yapıyı temsil eden, payandalarla donatılmış ogee tepeli dolu savak bulunan bir kanalda gerçekleştirilmiştir. Gövde uzunluğunun ve gövde çekiminin engelleme işlemi üzerindeki etkisini sistematik olarak değerlendirmek için yapay gövdeler kullanılmıştır. Rezervuardaki su seviyesi değiştirilerek farklı hidrolik koşulları değerlendirmiştir. Çalışma, gövde çekimine göre dolu savak kretindeki yüksekliğin, bir dolu savakta tıkanma olasılığı tahmini için kritik olduğunu araştırmıştır. Yapılan çalışmada, odunların genellikle üç ana modda tıkanıldığı göstermiştir: İki ayak arasında akıma dik köprüleme, bir ayağa yaslanma ve kret ile eğik temas etme ve bir ayağa yaslanma ve kret ile paralel temas etme olarak ifade etmiştir. Tıkanma olasılığını etkileyen en önemli faktörün bağıl yük (h/h_s) olduğu belirtmiştir. h/h_s oranının artmasıyla (≈ 1 ile 2.3 arasında) tıkanma olasılığı azalma eğilimi olduğunu belirtmiştir. Öte yandan, odun yoğunluğunun artması, batma derinliğini (h_s) artırmakta, bu da kütüklerin savak kretine etkileşimini yükselterek tıkanma olasılığını artırdığını ifade etmiştir.

Bénet ve diğ. (2022), taşkınlar sırasında dolu savaklar tıkanırsa, debi kapasitelerinin düşmesiyle durumun kritik hale gelebileceğini belirtmektedir. Dar bölmeli dolusavakların akım yukarısına monte edilmiş ızgaraların yüzen odunları akım kontrol bölümünden uzakta tuttuğu ve bu sayede akışın kapasitesinin korunduğu ancak odunların olaydan sonra temizlenmesi gerektiğini ifade etmiştir. Çalışmada, fiziksel bir model kullanılarak, tıkanık olmayan görünümde odunun kısmen dönmesini ve geçmesini teşvik eden, ancak aşırı tıkanık görünümde yüksek bir debi kapasitesi sağlayan yeni bir kısmi bir ızgara tipi araştırmıştır. Bu kısmi ızgara konfigürasyonunun yakalama oranı ve boşaltma verimliliğini araştırmıştır. Bulgulara göre, kısmi ızgaranın varlığında, en kritik olan aşırı tıkanık koşullarda bile debi verimliliği 0.90 ile 1 arasında olduğunu ifade etmiştir. Kısmi ızgaranın, sporadik gelen ve akarsu ekosistemi için faydalı olan yüzen odunun geçişine izin vererek, taşkın sırasında gelen yıkıcı kütleleri kritik kesitten uzağa hapsettiği ve böylece baraj güvenliğini sağladığını ifade etmiştir.

Galia ve Máčka (2023), aktif kanalla etkileşim halindeyken canlı odunsu bitki örtüsü tarafından yüzen odunun depolanmasını etkileyen faktörleri analiz etmiştir. Çalışma, çeşitli çevre ortamlarında on altı Avrupa kanalının saha envanteri aracılığıyla yürütmüştür. Erişim ölçeğinde, kanal alanı başına odunsu bitki örtüsü ile sabitlenen yüzen odunun hacimleri (0.1–

18.2 m³/ha), toplam yüzen odun hacimleri için küresel eğilimleri takip etmiştir. Bulgulara göre:

- Su toplama alanı ve kanal genişliği arttıkça ve yatak eğimi azaldıkça, bitki örtüsü tarafından sabitlenen yüzen odunun hacimleri azaldığı ifade etmiştir.
- Bununla birlikte, bitki örtüsü tarafından tutturulmuş yüzen odunun hacimsel oranı (% 1.5- 30.3), yalnızca artan yüzen odun mobilizasyon oranının (artan su toplama alanı ve kanal genişliği ile temsil edilir) veya ormandaki odunsu bitki örtüsünün artan yoğunluğunun basit bir fonksiyonu olarak artmadığını belirtmiştir.
- Bunun yerine, bozulma rejiminin özellikleri, yüzen odunun dağılımı ve bunun akarsu koridorlarındaki canlı bitki örtüsü üzerindeki potansiyeli üzerinde ek bir etkiye sahip olduğunu belirtmiştir.

Ayrıca, kanaldaki sabit bitkili yamalar ve ağaçlar, yüzen odunun sabitlenmesinden sorumlu önemli özelliklerini tespit etmiştir.

Anılan ve Akçalı (2023), tıkanmayı önlemek amacıyla yeni bir kavisli ayaklı tip açık bent önermiştir. Araştırmacılar, farklı tipteki kavisli ayaklı açık bentlerin, suların sürüklediği odun biriktirme özellikleri üzerindeki etkisini incelemek için kanal deneyleri yapmıştır. Deneylerde kullanılan odun uzunluğu 16.5 cm, odun çapı 15 mm ve odun sayısı 172 olan model için tutma verimliliği en yüksek olan bent tiplerini karşılaştırmıştır. En yüksek tutma oranlarını; klasik moloz akım kesici (% 90.1) ve kavisli ayaklı açık bentler (% 87.2) olarak bulmuşlardır. Çalışma, yüzen odunun uzunluğunun artmasıyla birikme eğiliminin yükseldiğini ve yüzen odunun bentlerde sıkışması sonucunda sedimentin bent arkasında biriktiğini ifade etmiştir. Kavisli Ayaklı Bentin temel başarısı, yüzen odunu sürekli hareket halinde tutması ve yanlara yönlendirdiği belirtmiştir. Bu mekanizmanın, sedimentin büyük odunlar tarafından hızlı tıkanma oluşmadan önce deşarj olmasına izin verdiğini ifade etmiştir.

Wolstenholme ve diğ. (2024) tarafından yapılan çalışmada, sızdıran bent müdahalelerinin (mühendislik kütük tıkanıklıkları) uzun vadeli etkinliğinin değerlendirilmesinin, sediment taşıma süreçlerinin ve ilgili morfolojik geri bildirimlerin anlaşılması gerektirdiğini savunmuştur. Hidrografi zayıflatmak ve "akımı yavaşlatmak" için tasarlanan sızdıran bentler (akarsuyu yarı tıkayan kötükler), potansiyel olarak çökelme veya oyulmaya neden olmakta ve bu durum, sızdıran bir bentin zaman içinde taşkın riskini azaltma etkinliğini

etkilemektedir. Araştırmacılar, sızdıran kötü bentlerin, akımla etkin bir şekilde etkileşime girdiklerinde, yerel topografik ve sediment heterojenliğini önemli ölçüde artırarak büyük jeomorfolojik değişimlere neden olduğunu ifade etmiştir.

Van Mol ve diğ. (2025), dağ akarsularında hem sediment hem de büyük ağaç malzemesi riskini yönetmek için tasarlanmış hibrit yapıların (açık tersip bentleri ve odun ızgarası (odun tutma yapısı)) etkinliğini fiziksel modelleme ile değerlendirmiştir. Çalışmada, kılavuz kanalların tasarımı, tersip bendi ızgarasının dikey açıklığı ve odun ızgarasının geometrisi gibi kritik tasarım parametrelerinin, sediment devamlılığı ve odun tutma hedeflerini nasıl etkilediğini göstermiştir. L-şekilli odun yakalama ızgarası; akarsu boyunca düz ızgara şekli ve tersip bendi açıklığı kombinasyonları arasında, yüksek sediment ve odun tutma verimliliği açısından araştırmıştır. Bulgular, L-şekilli ızgara ve sediment ızgarasındaki odun-sediment etkileşiminin, yapının yüksek taşkınlar sırasında kendiliğinden boşalma eğilimini sınırladığını ve bent güvenliğini artırdığını ifade etmiştir. Bu ızgara şekli, taşkın direncini artırırken aynı zamanda ekolojik morfolojik sürekliliğin korunmasına olanak tanıdığını belirtmiştir.

Shukla ve diğ. (2025), düşük eğimli menderesli nehirlerin çamurlu taşkın yataklarında bulunan yan kanalların özelliklerini incelemiştir. Yan kanalın: ana nehir kanalı ile taşkın yatağı arasında su, tortu ve büyük odun ileten aktif birer iletken görevi görerek, çamurlu, alçak menderesli nehir taşkın yataklarında bulunduğunu ifade etmiştir. Çalışma, bu kanalların ana kanaldan önemli ölçüde küçük olduğunu, çoğunlukla çamurdan oluşan yataklara sahip olduğunu, bol miktarda ağaç yığılması barındırdığını ve değişken morfolojik özellikler gösterdiğini ortaya koymuştur. Bu kanallar, ana kanala bağlantı noktalarında en fazla oyulmaya maruz kalır. Yan kanallar, taşkın esnasındaki akımlarda sular altında kalsa da, yatak malzemelerinin anlamlı ölçüde harekete geçmesi ancak ana kanal kapasitesini aşan taşkınlar sırasında gerçekleştiği belirtilmiştir. Bu yan kanallar, taşkın yatağı üzerinde akım, sediment ve odun taşınımında aktif rol oynar ve taşkın yatağı heterojenliği ile ekosistem sağlığı için kritik öneme sahip olduğu ifade etmiştir.

Hao ve diğ. (2025), açık tip ıslah sekilerinin döküntü akışlarını engellediğinde sediment birikimi ve tutma performansını detaylı bir şekilde araştırmıştır. Çalışma, seki açıklığının formunun ve boyutunun, döküntü akışının özelliklerinin ve tıkanma performansının birikim süreci, deseni ve tutma verimliliği üzerindeki kritik etkilerini ortaya koymuştur. Özellikle, tutma verimliliğinin; görelî açıklık ile negatif, sediment konsantrasyonu ile pozitif ilişkili

olduğunu ve farklı açıklık formları arasındaki verimlilik farkının göreceli açıklık arttıkça belirginleştiğini tespit etmiştir. Bu bulgular, açık tip ıslah sekilerinin bilimsel tasarımı için teorik bir temel sağlamayı ve döküntü akışı önleme sistemlerinin etkinliğini artırmayı amaçlamaktadır.

Zayed ve Saleh (2024), açık kanallarda kullanılan bu tip yüzer bariyerlerin hidrolik performansını, özellikle geri su yükselmesini, farklı debi, su derinliği ve bariyer rafındaki engelleme oranlarının etkilerini deneysel olarak araştırmıştır. Çalışmanın temel bulgularına göre:

- Bağlı geri su yükselişi ($\Delta h/h_o$), raf tıkanma oranı arttıkça yükselmiştir.
- Diğer parametreler sabitken, Froude sayısı (Fr) arttıkça bağlı geri su yükselişi ($\Delta h/h_o$) artmıştır.
- Bağlı geri su yükselişi ($\Delta h/h_o$), diğer parametreler sabitken akım derinliğinin artmasıyla azalmıştır.

Sonuç olarak geri su yükselişi (Δh), Froude sayısı (Fr), akım derinliği ve raf tıkanma oranı (Br) tarafından kontrol edildiğini ifade etmiştir.

Galia ve diğ. (2024a), büyük ağaçların akarsu sistemlerindeki sediment depolama üzerindeki etkisini incelemiştir. Çalışma, 2012'den 2022'ye kadar Odra Nehri'nin menderesli bir bölümündeki on yıllık mekânsal ve zamansal değişiklikleri analiz etmek için detaylı ortam fotoları ve saha çalışmalarını kullanmıştır. Araştırmacılar, büyük ağaçların sediment birikimini, kıyı korumasını ve erozyonu nasıl etkilediğini değerlendirmiş ve sediment akımını yavaşlatma etkisinin daha belirgin olduğunu belirtmiştir. Son olarak, farklı zaman ölçeklerinde sediment bağlantısı üzerindeki büyük ağaçların etkisini tasvir eden üç aşamalı kavramsal bir model sunmuştur.

Al-Jubouri ve Ray (2024), köprü temelleri için ciddi bir tehdit oluşturan yerel oyulmanın, özellikle yüzen döküntü/molozun varlığında nasıl etkilendiğini incelemeyi amaçlamıştır. Çalışmada, döküntü birikiminin akımın önünü tıkayarak oyulmayı önemli ölçüde hızlandırdığı belirtilmiştir. Araştırmacılar, silindirik bir köprü ayağı etrafındaki oyulmayı ve döküntünün etkilerini anlamak için sayısal modelleme (FLOW-3D yazılımı) ve fiziksel model deneylerini bir arada kullanmıştır. Çalışma, farklı döküntü şekillerinin (dikdörtgen, üçgen yay, yüksek kama, alçak kama, üçgen trafik işareti, yarım silindir) oyulma derinliği

üzerindeki etkilerini araştırmıştır. Sonuç olarak, yüksek kama şeklindeki döküntülerin, oyulma derinliğini en fazla arttıran kritik konfigürasyon olduğunu belirtmiştir. Sayısal simülasyonlarda doğru sonuçlar elde etmek için (deneysel verilerle % 2-3 sapma), ağ boyutu, yatak yükü denklemi ve özellikle pürüzlülük yüksekliği gibi kullanıcı tanımlı faktörlerin titizlikle kalibre edilmesi gerektiğini belirtmiştir.

Poppema ve diğ. (2025), 2021 yazında Batı Avrupa'da meydana gelen yıkıcı nehir taşkınları sırasında Belçika ve Almanya'daki köprülerde gözlemlenen döküntü/moloz birikimlerini karakterize etmeyi ve köprü tasarımının, konumunun ve hidrolik koşulların bu birikimler üzerindeki etkisini incelemeyi amaçlamıştır. Çalışmanın sonuçlarına göre, toplam döküntü hacminin ortalama yarısı (% 50) insan yapımı malzemelerden oluştuğunu ifade etmiştir. Geriye kalan yarısı ise doğal odun malzemesidir. Bu heterojen karışım (özellikle düz/plaka şeklindeki inşaat molozları), saf odun yığınlarına göre daha düşük geçirgenliğe ve gözenekliliğe sahip birikimler oluşturmuş, bu da çok daha fazla geri su yükselmesine neden olma potansiyelini taşıdığını belirtmiştir. Diğer önemli bulgular şunlardır:

- En büyük birikimlerin çoğu, ayaklar arası açıklığın 10 metre veya daha az olduğu köprülerde meydana geldiğini belirtmiştir.
- İncelenen köprülerin % 85 'inde taşkın zirve (peak) su seviyeleri tabliyeye ulaşmış veya tabliyeyi aştığını belirtmiştir.
- En büyük birikimler, yüksek geçirgenliğe sahip korkuluklara sahip köprülerde olduğunu ifade etmiştir.

Döküntülerin yarıdan fazlasının insan yapımı malzemelerden oluşması gerçeği, mevcut geri su yükselmesi tahmin denklemlerinin (doğal kütük yığınlarına dayanan) kentsel ortamlarda riski tehlikeli bir şekilde düşük tahmin etmesine neden olabilir. Bu nedenle çalışma; köprü tıkanıklığının taşkın koşulları üzerindeki etkilerinin daha iyi anlaşılmasına, daha düşük döküntü birikim riskine sahip köprülerin tasarlanmasına ve özellikle şehirleşmiş bölgelerde gelecekteki taşkın tehlike değerlendirmelerini, risk haritalamasını ve afet müdahale stratejilerini bilgilendirmeye yardımcı olmayı amaçladığını belirtmiştir.

Sisinggih ve diğ. (2024), nehirlerdeki odun akıntısı birikintilerinin köprü ayak kenarlarındaki lokal oyulma üzerindeki etkisini araştırmışlardır. Çalışmada, köprü ayağı önünde yığılmış odun birikintilerinin lokal oyulma oluşumun hızlanması üzerindeki etkisini incelemek için üç boyutlu bir sayısal model (NaysCUBE) kullanmıştır. Odun birikintilerinin,

yoğunluklarına bağlı olarak batık, askıda ve yüzen tiplerde olabileceği belirtilmiştir. Çalışmanın temel bulguları, odun tipine göre oyulma mekanizmasını ve etkisini detaylandırmaktadır:

1. Batık Odunun Etkisi

- Tıkanıklık: Özellikle ayağın çevresinde ve tabanında oluştuğunu belirtmiştir.
- Hidrolik Değişim: Bu tıkanıklık, ayağa yaklaşan akımın dalışını ve spiral at nalı girdap desenini bozduğunu belirtmiştir.
- Oyulma Sonucu: At nalı girdabının şiddeti ve dalış akımı daha düşük olduğu için, ayak çevresinde daha sık yerel erozyon üretmiştir. Batık odunun tıkanıklığı, genellikle dar bir oyulmaya neden olduğu belirtmiştir.

2. Askıdaki Odunun Etkisi

- Tıkanıklık: Ayağın tabanında ve yüksekliği boyunca oluştuğu belirtmiştir.
- Hidrolik Değişim: Döküntüsüz duruma kıyasla taban kayma gerilmesi dağılımını anlamlı ölçüde değiştirmemiştir. Ancak, bu tıkanıklık, akım bozulmasını ayağın çevresinde uzatmıştır.
- Oyulma Sonucu: Askıdaki odun, dar ancak daha derin oyulma delikleri oluştuğunu belirtmiştir.

3. Yüzen Odunun Etkisi

- Tıkanıklık: Esas olarak su yüzeyinde oluştuğu belirtmiştir.
- Hidrolik Değişim: Taban kayma gerilmesi dağılımını ve oyulma desenini, döküntüsüz duruma göre önemli ölçüde değiştirdiği ifade etmiştir.
- Oyulma Sonucu: Yüzen odun, ayağın önünde en büyük oyulmayı ve şiddetli oyulma koşullarını tetiklemiş, en geniş ve en derin oyulma deliklerini sağlamıştır. Ayrıca, ayak arkasında en yüksek sediment birikimine neden olduğu belirtmiştir.

Tablo 2.3 : Yarı geçirgen sediment kapanları etkisinde oyulma, odun yığılması ve su seviyesi kabarmalarının incelenmesinin özet şekli.

Yazar ve tarih	Denyede kullanılan yöntem ve gereçler	Bulgular ve sonuçlar
Aronne Armanini ve diğ. (2001)	Deneyler, sabit ve kararsız debi ve odun beslemesi altında, farklı yarı genişlikleri ve farklı kum türleri kullanılarak gerçekleştirmiştir.	Debi ve sediment kütlelerinin korunumu ile enerji dengesine dayalı, sedde açılış genişliği ile sediment özellikleri, nehir geometrisi ve debi arasındaki ilişkiyi kuran rasyonel bir kriter geliştirdiğini belirtmiştir.
Catella ve diğ. (2005)	Eylül 2000'den Aralık 2002'ye kadar 2 yıl süren sistematik bir saha izleme faaliyeti yürütmüştür.	Sayısal modelin sonuçlarını saha ölçümleriyle karşılaştırılması, Armanini ve Larcher'in genişletilmiş modelinin geçerliliğini araştırmıştır. Odunun seddede sıkışması, sedde arkasında sediman birikimine yol açarak moloz akıntısının etkili bir şekilde yakalanmasına neden olduğunu belirtmiştir. Simülasyonlarda, sedde ile birlikte gelen odunun, sedde olmaksızın olan duruma göre akış ve sediman deşarjını daha fazla azalttığını ifade etmiştir.
Shrestha ve diğ. (2012)	Sayısal model ve 5 m uzunluğunda, 30 cm genişliğinde ve 45 cm derinliğinde, 18° ve 7° eğimli ve Çapı: 3 ve 4 mm, uzunluğu: 3.5, 4.0 ve 4.5 cm,	Odunlar ızgaranın su seviyesi üzerindeki üst kısmında birikmiştir. Akış hızı biriken odunun altında artar ve akış aşağı doğru yönlendirilir. Yüksek F_r odunun aşağı doğru sürüklenme olasılığını artırır ve bu da birikimin daha sıkı şeklinde olmasına sebep olduğu ifade etmiştir.
Schalko ve diğ. (2019)	$\lambda=6$ ve 30 uzunluğu: 30 ve 8 m, genişliği: 1.50 ve 0.4 m. Odunların çapı 7 ile 52 mm arasında ve uzunlukları da minimum ızgara açıklığının 1.5 katı almış. İki farklı yatak (hareketli ve sabit) kullanmıştır Hareketli yatak için üç farklı (2.7, 5.4 ve 13.1) sediment kullanılmıştır.	Geri su yükselmesi ($\Delta h/h_0$), ızgara açısı azaldıkça azalmıştır. Izgara açısı 90°'den 20°'ye düşürüldüğünde, $\Delta h/h_0$ % 25 oranında azaldığını belirtmiştir. Oyulma derinliği geri su yükselmesinde olduğu gibi, oyulma derinliği ızgara açısı azaldıkça azalmıştır. Izgara açısı 90°'den 20°'ye düştüğünde, oyulma derinliği yarı yarıya azaldığı belirtmiştir.
Schalko ve diğ. (2020)	Uzunluğu: 8 m, genişliği: 0.4 m, 0.7 m derinliğinde ve taban eğimi % 0.2 ile 3.0 arasında ve odun çapı: 1, 1.5 ve 2 cm ve uzunluğunda en az iki ızgara arası mesafenin iki katı alınmıştır. Izgara: 0.008 m çapında ve eksenel aralığı 0.05 m. Izgara eğimi, yatay düzleme göre $\alpha=90^\circ$ (Dikey), 45° ve 20° olarak ve ızgara başı mansaba doğru eğik olarak yapılmıştır.	Kare şekilli, yüksek F_r sayılı ve yarı tıkanık odun taşıma mekanizmasının birleşimi, test edilen koşullar altında en yüksek tıkanma olasılığını elde etmiştir. Odun birikimini minimuma indirmek için silindirik veya keskin uçlu gibi daha sivri köprü ayak şekilleri tıkanma olasılıkları açısından en uygun olduğu belirtmiştir.
De Cicco ve diğ. (2020)	Uzunluğu: 5 m, genişliği: 0.3 m ve derinliği: 0.16 m ve 0.001 sabit eğimli ve odun uzunluğu: 6, 9 ve 15 cm ve çapları: 0.2, 0.4 ve 0.6 cm İki farklı odun (tıkanmamış ve yarı tıkanmış) senaryosu kullanmıştır. Beş farklı köprü ayağı denemiştir. 2D sayısal akışı modeli olan Iber kullanmıştır	Gemiburnu şeklindeki yapısal modelleme, odunsu materyalin yanal yönde deplasmanını sağlayarak bent önünün açık kalmasını sağlamakta ve böylece bendin yarı geçirgen özelliğinin ve depolama kapasitesinin sürdürülmesine katkıda bulunmuştur.
Akçalı (2021),	Kanal yatağı hareketli 6,1 m ve sabit 2.5 m bölümlerden oluşmuştur. Eğim: % 4 odun çapları: 1 ve 2 cm, uzunlukları: 11 ve 16.5 cm ve odun sayısı: 76, 110 ve 172 adet ve Sediment: $d_{50}=15$ mm ve $d_{max}=19$ mm çapı	

Tablo 2.3 (devam) : Yarı geçirgen sediment kapanları etkisinde oyulma, odun yığılması ve su seviyesi kabarmalarının incelenmesinin özet şekli.

Bénet ve diğ. (2021)	Uzunluğu: 10 m, genişliği: 1.5 m, Froude benzeşimine göre gerçekleştirmiştir. Model Özellikleri: Ogee eşiği, yuvarlak burunlu ve 0.04 m kalınlığında ayaklarla donatılmıştır. Ayaklar, 1 ila 5 açık bölme ve 0.175 m ile 1.500 m arasında değişen bölme genişlikleri ile test etmiştir. Odun hacimli (1V, 2V ve 4V; $V=0.038 \text{ m}^3$ model hacmi) doğal odunlar ve 4V hacmi: 2.760 odun ve 80 ağaç kökü içermiştir.	Tam ızgara, tıkanıklığın etkisini neredeyse tamamen gidermiştir. Bu durum, tam ızgaranın tıkanmayı kritik bölgeden uzağa iten ayak çıkıntısına benzer bir etki gösterdiğini ortaya koymuştur. Ayak çıkıntılarının rezervuara doğru uygun bir mesafe kadar uzatılması veya tam ızgaraların eşiğin akış yukarısına yerleştirilmesi, tıkanıklık riskini ve geri su yükselmesini önemli ölçüde azaldığı ifade etmiştir.
Furlan ve diğ. (2021)	Uzunluğu: 10 m, genişliği: 1.5 m bir kanal içerisine beş eşit ayak yerleştirilip ogee oluşturmuştur. Kütüklerin yoğunlukları dört farklı aralıkta (hafif ahşaptan sudan doymuş ahşab arasında) temsil etmiştir.	Kütükler genellikle üç ana modda tıkanmıştır: İki ayak arasında akışa dik köprüleme, bir ayağa yaslanma ve kret ile eğik temas etme veya bir ayağa yaslanma ve kret ile paralel temas etme olduğu belirtmiştir. Tıkanma olasılığını etkileyen en önemli faktörün bağıl yük (h/hs) olduğu bulmuştur. Odun yoğunluğunun artması, batma derinliğini (hs) artırır ve bu da kütüklerin savak kretine etkileşim yükselterek tıkanma olasılığını arttırdığı ifade etmiştir.
Bénet ve diğ. (2022)	Uzunluğu: 10 m, genişliği: 1.5 m ve yuvarlak burunlu ayaklara sahip, ayarlı ogee kret savak kullanmıştır. Izgara, kret cephesine göre dört farklı akış yukarısı mesafede test etmiştir. Odunlar: Tek tek serbest bırakılan 60 adet, tıkanık görünüm 180 adet ve aşırı tıkanık 2840 adet kullanmıştır.	Kısmi ızgaranın, en kritik olan aşırı tıkanık koşullarda bile deşarj verimliliği 0.90 ile 1 arasında kaldığı belirtmiştir. Kısmi ızgaranın, akarsu ekosistemi için faydalı olan yüzen odunun geçişine izin vererek, taşkın sırasında gelen yıkıcı kütleleri kritik kesitten uzağa hapsettğini, böylece baraj güvenliğini sağladığını ifade etmiştir.
Galia ve Máčka (2023)	Çalışma Alanı ve Veri Toplama: Çekya'da (14 kesit) ve Akdeniz bölgesinde (Yunanistan'da 2 kesit) yer alan 16 akarsu kesitinde gerçekleştirmiştir. Alınan ölçümlerde, en az 1 m uzunluğunda ve 0.1 m çapında olan ve aktif kanalla etkileşime giren parçalar için ölçmüştür.	Akarsuda bulunan stabil vejetasyonlu yamalar (örneğin, ağaçlı adalar veya bireysel ağaçlar/çalılar gibi) yüzen odunun tutulmasında önemli özellikler olduğunu belirtmiştir. Yüzen odunların tutulma oranı, akarsu morfolojisinin spesifik özelliklerine ve bozucu rejim (hidrojeomorfolojik olayların sıklığı, büyüklüğü ve türü gibi) özelliklerine bağlı olduğu ifade etmiştir.
Anılan ve Akçalı (2023)	Uzunluğu: 14 m, 80 cm genişliği: 0.8 m ve eğim: % 4 Odun çapı: 5-15 mm ve uzunlukları: 4.125-16.5 cm ve odun sayısı: 172, 110 ve 76 Bent Modelleri: Klasik Debris Akış Kırıcı Tipi Bent ve önerdiği Kavisli Ayaklı Tip Açık Benti karşılaştırmıştır.	Kavisli Ayaklı Bentin temel başarısı, yüzen odunu sürekli hareket halinde tutmuş ve yanlara yönlendirmiş, sedimanın büyük odunlar tarafından hızlı tıkanma oluşmadan önce deşarj olmasına izin verdiğini ifade etmiştir.
Wolstenholme ve diğ. (2024)	Çalışma Alanı: Dalby Ormanı'nda yer alan, ikinci derece, çakıl yataklı, 0.011 eğimli akarsu üzerinde gerçekleştirmiştir.	Sızdıran odun bentlerin, akışla etkin bir şekilde etkileşime girdiklerinde, yerel topografik ve sediman heterojenliğini önemli ölçüde artırarak büyük jeomorfolojik değişimlere neden olduğunu ifade etmiştir.

Tablo 2.3 (devam) : Yarı geçirgen sediment kapanları etkisinde oyulma, odun yığılması ve su seviyesi kabarmalarının incelenmesinin özet şekli.

Van Mol ve diğ. (2025)	Çalışma, İsviçre'nin Jura Dağları'nda yer alan, 6.4 km ² havza alanına ve yaklaşık % 8 ortalama eğime sahip olan Le Bez Dağ Deresi üzerinde gerçekleştirilmiştir.	L şekilli ızgara ve sediman ızgarasındaki odun-sediman etkileşimi, yapının yüksek taşkınlar sırasında kendiliğinden boşalma eğilimini sınırlamış ve bent güvenliğini artırmıştır. Bu ızgara şekli taşkın direncini artırırken ekolojik morfolojik sürekliliğin korunmasına olanak tanıdığını belirtmiştir.
Shukla ve diğ. (2025)	Akarsuyun özellikleri (genişlik, derinlik, genişlik/derinlik oranı), havadan elde edilen Lidar verileri ve saha ölçümleri kullanılarak belirlenmiştir.	Düşük eğimli menderesli nehir taşkın yatağı yan kanallarının, ana kanala göre çok daha küçük boyutlarına, ince taneli (çamur/silt) yatak malzemelerine ve odun yığılmaları içermesine rağmen morfolojik olarak aktif olduğunu belirtmiştir.
Hao ve diğ. (2025)	Uzunluğu: 4 m, genişliği: 0.3 m, derinlik: 0.4 m eğimi: % 15.8 Kullanılan moloz akışı, su ve sediman karışımıyla belirli bir kütle yoğunluğuna göre almıştır. Deneylerde yatay, dikey ve çerçeve açılma formlarına sahip açık bent modelleri ile kapalı tip bir bent kullanmıştır.	Bent açıklığı küçük olduğu durumlarda tıkanma daha çok olduğu ifade etmiştir. Açıklık tamamen tıkanmış durumda, son birikim deseni kapalı bentlere benzer hale geldiği belirtmiştir. Sediman birikimi, bent yapısından ziyade, moloz akıntısının engellenme sürecindeki tıkanma performansına bağlı olduğunu belirtmiştir.
Zayed ve Saleh (2024)	Uzunluğu: 9.4 m, 0.60 m genişliği: 0.6 m sıfır eğimli (0.00) bir dikdörtgen kanalda 100 deney ile yapmıştır.	Memba su yükselişi, raf tıkanma oranı arttıkça yükseldiği ifade etmiştir. Memba su yükselişi, Fr sayısı, akış derinliği ve raf tıkanma oranı arasındaki bağlantıdan etkilendiği belirtilmiştir.
Galia ve diğ. (2024a)	Çalışma, akarsuyun genişliği 30 ila 45 m arasında değişen, 13 menderes bükümünden oluşan 3.65 km uzunluğundaki serbest menderesli Odra Nehri kesitinde gerçekleştirmiştir. Uzunluğu: 12.5 m, genişliği: 0.3 m ve kare, üçgen yay, yarım silindir, yüksek kama, alçak kama ve üçgen trafik işareti dahil olmak üzere çeşitli şekilleri test etmiştir. Sayısal Model FLOW-3D paketi kullanmıştır.	Genel gözlemler, menderesli akarsularda kalıcı odun varlığının öncelikle sediman yanal ve boylamsal boyutlarının yavaşlamasına yol açtığını belirtmiştir.
Al-Jubouri ve Ray (2024)	Çalışma, Belçika'da Vesdre, Helle ve Hoëgne; Almanya'da ise Ahr, Inde ve Vicht nehirleri boyunca tıkanan toplam 71 köprüyü incelemiştir. İncelenen Değişkenler: Analiz, üç ana veri kategorisine odaklanmıştır. Köprü özellikleri: ayaklar arası açıklık, güverte ve korkuluk tasarımı. Hidrolik Koşullar: Tahmini peak su seviyeleri ve debiler. Birikim Karakteristikleri: Tahmini toplam döküntü hacmi (V) ve ne tür olduğuna bakmıştır.	Yüksek kama şeklindeki döküntülerin, oyulma derinliğini en fazla artıran kritik konfigürasyon olduğunu ifade etmiştir.
Poppema ve diğ. (2025)		En büyük birikimlerin çoğu, ayaklar arası açıklığın 10 metre veya daha az olduğu köprülerde meydana geldiği belirtmiştir. İncelenen köprülerin %85'inde peak su seviyeleri güverteye ulaşmış veya güverteleri aşmıştır. Döküntülerin yarıdan fazlasının insan yapımı malzemelerden oluşması, mevcut memba su yükselmesi tahmin denklemlerinin (doğal kütük yığınlarına dayanan) kentsel ortamlarda riski tehlikeli bir şekilde düşük tahmin etmesine neden olabileceğini belirtmiştir.

Tablo 2.3 (devam) : Yarı geçirgen sediment kapanları etkisinde oyulma, odun yığılması ve su seviyesi kabarmalarının incelenmesinin özet şekli.

Sisinggih ve diğ. (2024)	Sayısal Model için Akış hesaplamaları için iRIC nehir analiz platformunda bulunan 3D çözücü NaysCUBE yazılımı kullanılmıştır. 300 m uzunluğunda, 50 m genişliğinde varsayımsal bir akarsu kesiti ve merkezde 2 m genişliğinde bir ayak kullanılmıştır Taşkın debisi 600 m ³ /sn olarak simüle edilmiştir. Odun Boyutları: Hesaplamalar için 20 m uzunluğunda ve 0.2 m çapında kütükler kullanılmıştır. Toplamda 130 kütük sisteme beslenmiştir. Odunun davranışına göre üç farklı koşul test edilmiştir. Batık, Askıda ve Yüzen şeklinde ayarlamıştır Yatak Malzemesi: Medyan tane boyutu D ₅₀ =3 mm olan kum ayarlamıştır.	Batık odun Etkisi: Batık odunun tıkanıklığı, özellikle ayağın çevresinde ve tabanında oluşmuştur. Bu tıkanıklık, ayağa yaklaşan akışın dalışını ve spiral at nalı girdap desenini bozmuştur. Batık odunun tıkanıklığı, genellikle dar bir oyulmaya neden olmuştur. Askıdaki odun Etkisi: Askıdaki odunun, tıkanıklığı ayağın tabanında ve yüksekliği boyunca oluşmuştur. Askıdaki odun, dar ancak daha derin oyulma delikleri oluşturduğu belirtmiştir. Yüzen odunun Etkisi: Yüzen odun tıkanıklığı, esas olarak su yüzeyinde oluşmuştur. Yüzen odunun, ayağın önünde en büyük oyulmayı ve şiddetli oyulma koşullarını tetiklemiş ve en geniş ve en derin oyulma deliklerini sağlamış ve ayak arkasında en yüksek sediment birikimine neden olduğu belirtmiştir.
--------------------------	---	--

2.3 Yüzen Malzemeyi Yakalama ve Baypas Yapılarına Ait Araştırmalar

Schmocker ve diğ. (2013), büyük dağ nehirlerinde yüzen odun risk analizine ve alıkoyma önlemlerine genel bir bakış sunmuştur. Çalışmada, belirli bir toplama alanı için potansiyel yüzen odunların hacminin nasıl belirleneceğine ilişkin birkaç yöntemi göstermiştir. Buna göre güvenilir veriler, havza özelliklerinin ayrıntılı bir araştırması ile elde etmiştir. Ayrıca, geçmiş sel olayları sırasındaki gözlemlerin, gelecekteki yüzen odun yönetimi için değerli bilgiler sağladığını belirtmiştir. Araştırmacılar, bir sel öncesi tehlike altındaki yapıları belirlemek için nehir geçişlerinde yüzen odun tıkanması olasılığının nasıl belirleneceğine ilişkin yöntemler sunmuştur. Nehir boyunca belirli bir yerde ne kadar yüzen odunun beklendiğini gösteren ve yüzen odun tutma yapısı için optimum konumun temelini oluşturan bir yüzen odun taşıma diyagramı ifade etmiştir. Çalışmada ayrıca, yüzen odunun dış nehir kıvrımında bulunan bir baypas kanalında tutulduğu yeni bir yüzen odun tutma yapısını sunmuştur. Nehir kıvrımı tarafından indüklenen ikincil akımlar nedeniyle, sediment (yatak yükü) birincil kanalda kalırken yüzen odun bir baypas bölümüne yönlendirmiştir. Baypas tutma, laboratuvar deneylerinde test etmiş ve küçük ölçekli bir vaka çalışmasında elde etmiştir.

Spreitzer ve diğ. (2020), sahada yüzen odun birikimi değerlendirmesi için daha verimli bir iş akışı geliştirmek amacıyla, tek bir taşkın hidrografi sırasında suyla işlenmiş yüzen odun

sıkışmalarının zarf hacmi ile içindeki odunsu yığınların hacmi arasında bir ilişki geliştirmek için bir laboratuvar çalışması gerçekleştirmiştir. Çalışmada, su ile işlenmiş yüzen odun birikimlerinin gözeneklilik ve hacim özelliklerinin Hareketten Yapı fotogrametri kullanılarak tahmin edilebileceğini göstermiştir. Yüzen odun birikimi iskeletlerinin, yapısal malzemeden oluştuğunda, gözeneklilik parametrelerinin % 60 ila % 70 arasında olduğunu belirtmiştir. Bu bulgu, zarf hacminin odun hacminin yaklaşık 3 katı olarak çıkması nedeniyle, hacimsel değerlendirmelerde kullanılabilecek güvenilir bir düzeltme faktörü olarak alınabileceğini belirtmiştir. Ayrıca, 3D PSR tekniğinin, hacimsel bilgiyi 2.5D Pix4D yöntemine göre daha iyi yakaladığını belirtmiştir. Daha iyi 3D fotogrametrik modeller elde etmek için eğik ve yanal görüntülerin kullanılması gerektiğini vurgulamıştır. Son olarak, yüzen odun birikim hacminin verimli görüntü elde edilmesini, işlenmesini ve hesaplanmasını sağlayan yarı otomatik bir değerlendirme yöntemini geliştirdiğini belirtmiştir.

Horiguchi ve diğ. (2021), deneysel bir uygulamaya dayanan yeni bir enkaz bariyeri konsepti sunmuştur. Çalışmanın temelini, 2005 yılında 20.000 m³ çakıl ve büyük odunun taşındığı ve depolandığı bir olay oluşturmaktadır. Araştırmacılar, rutin yatak yükü taşınmasının geçmesine izin verirken, aşırı olaylar tarafından sağlanan sedimenti ve büyük odunu yakalamak için bir enkaz havuzu tasarlamıştır. Yapının yakalama etkinliği küçük ölçekli bir modelle incelemiştir. Laboratuvar gözlemlerinden elde edilen sonuçları kalibre etmek için, odunun tutulmasını ve serbest bırakılmasını sağlayan süreçleri inceleyen Ayırık Eleman Modelini (DEM) kullandığını belirtmiştir. Çalışma, bariyerlerde yüksek miktarda odun birikiminin oluşabileceğini ifade etmiştir. Su bariyeri kritik bir derinliğin üzerine taşındığında, büyük odunun taşınmasının gerçekleştiği belirtmiştir.

Schalko ve Weitbrecht (2022), yarı geçirgen sediment kapanlarının, büyük taşkınlar sırasında sediment tutmak ve iki bariyeri bir kılavuz kanalla birleştirerek sıradan taşkınlar sırasında sediment taşıma sürekliliğini sağlamak için tasarlandığını belirtmektedir. Taşkınlar sırasında yalnızca sediment değil, aynı zamanda büyük odun da taşınabilir; bu durum eğimli çubuk ızgarayı tıkayabilir ve sediment taşınımını engelleyebildiğini ifade etmiştir. Araştırmacılar, eğimli çubuk tasarımını yüzen odun ile test etmek için bir dizi basitleştirilmiş kanal deneyi yapıldığını belirtmiştir. Çalışma, üç temel parametrenin (başlangıç koşulları, çubuk elek tasarımı ve büyük odun hacmi) sediment taşınımı üzerindeki etkisini belirtmiştir. Sonuç olarak, sediment taşınımı sürekliliği, üç temel parametrenin etkileşimi ile

belirlemiştir. Bunlar, göreceli taban açıklık yüksekliği, başlangıç ve kritik boyutsuz yatak kayma gerilmesi oranı ve göreceli yüzen odun hacmidir. Eğimli çubuk ızgaraların tasarımında ise sediment taşınımını belirleyen en kritik parametreler; göreceli taban açıklık yüksekliği ve yüzen odun hacmi göz önüne alınmıştır. Bu çalışma, yüzen odun hacminin eğimli çubuk ızgaraların tasarımı için ilgili bir parametre olduğunu göstermiştir: Akım kesitinin sadece % 20' sinin tıkanması, sediment taşıma kapasitesini % 50 oranında düşürmeye yeterli olmuştur. Bu nedenle, odun hacmi, eğimli çubuk model tasarımı için kritik bir parametre olduğunu ifade etmiştir.

Schalko ve diğ. (2021), sediment tuzakları veya ızgara gibi tutma yapılarının, akım yönündeki potansiyel tehlikeleri azaltmak için inşa edildiğini belirtmektedir. Bu tutma yapılarının tasarımı genellikle yüzen odun ve yatak yükü yönetimine odaklanmıştır. Yüzen odun tutma ızgaralarının çoğu hem yüzen odunu hem de yatak yükünü tutma eğilimindeyken, sıradan akımlar sırasında yatak yükü taşıma sürekliliği, tasarımda dikkate alınması gereken önemli bir husus olduğu belirtmiştir. Bu nedenle, araştırmacılar taban açıklığı olan eğimli bir çubuk ızgarada yüzen odun birikimlerinin memba su yükselmesi ve yatak yükü taşınması üzerindeki etkisini incelemek için bir dizi kanal deneyi yapmıştır. Ana odak noktası, yüzen odun boyutu, yoğunluk, ince malzeme ve şekli gibi farklı yüzen odunların özelliklerini test etmek olmuştur. Sonuç olarak çalışmada:

- Sadece birkaç kütüğün, döküntüsüz duruma kıyasla yatak yükü taşıma kapasitesini % 75 'in altına düşürmek için yeterli olduğunu belirtmiştir.
- İnce malzeme ve daha küçük odun boyutlarının, yatak yükünün taşınmasını daha da azalttığını ve memba su artışını yükselttiğini ifade etmiştir.
- Buna karşılık, yüzen odunun yoğunluğu ve yüzen odun şeklinin ihmal edilebilir bir etkiye sahip olduğunu belirtmiştir.
- Sıralı bir sel üzerine odaklanan test, yatak malzemesinin kendi kendine yıkanmasını önlemek için bakım önlemlerinin gerekliliğini belirtmiştir.

Çalışmanın sonuçları ayrıca, normal akımlar sırasında yatak yükü sürekliliğini sağlamak için alt boşluğun tasarımında yüzen odunun özellikleri dikkate alınarak eğimli bir çubuk modelinin uyarlanması gerektiğini önermiştir.

Galia ve diğ. (2023b), nehir kenarındaki gölgelik yüksekliğinden daha geniş olan kıvrımlı bir nehirde büyük odun tutma faktörlerini incelemeyi amaçlamıştır. Çalışma, 2016-2021

dönemini kapsayan, Odra Nehri'nin 3,65 km uzunluğundaki düzenlenmemiş bir erişiminde (toplam 13 adet menderes bükümünden oluşmaktadır) tekrarlanan tam bir yüzen odun saha envanteri kullanılarak yürütmüştür. 5 yıllık dönemi kapsayan akım koşulları dahilinde; iki kıyı dolgu olayı debisi ($180 \text{ m}^3/\text{s}$) ve 5 yıllık tekerrür aralığını aşan bir taşkın ($308 \text{ m}^3/\text{s}$) olduğunu ifade etmiştir. Yüzen odunlar, kıyı şeritlerinde yaygın olan Söğüt, Avrupa Meşesi ve Avrupa Dişbudakı gibi baskın yaprak döken ağaç türlerinden oluştuğu belirtmiştir.

1. Odun birikme Konumu:

- Akarsuyun dış menderes kıyılarında bulunan nehir kenarındaki ağaçların varlığı, memba kesimlerinden taşınan odun parçalarını yakalama potansiyeli olduğunu belirtmiştir.
- Kıyı şeritlerinden türetilen değişkenler (ağaç taban alanı veya odunsu bitki örtüsünün uzunluğu), 13 menderes modelinin 7'sinde yüzen odunların burada biriktiğini ifade etmiştir.

2. Zamana Bağlı Değişim ve Morfodinamiği:

- Gözlemlenen yığınların zamansal varyasyonu, sadece kısa yüzen odun parçalarının sık sık taşınması veya yığınların yok olmasıyla değil, aynı zamanda stabil yüzen odun parçalarının yerel akım hidroliği üzerindeki etkisi sonucu oluşan ince sedimentlere gömülme olasılığıyla da ilişkilendirmiştir.
- Stabil yüzen odun parçalarının varlığının, yerel kanal morfodinamiğini yönlendirebileceğini belirtmiştir.

Bu çalışma, kıyı şeridi bitki örtüsünün ve yerel hidrolik koşulların, menderesli akarsu sistemlerinde odunun depolanması ve uzun vadeli morfolojik etkisi üzerindeki kritik rolünü ortaya koyduğunu belirtmiştir.

Galia ve diğ. (2024b), menderesli nehir koridorlarındaki yüzen odun dağılımının türünü, miktarını ve kaynağını anlamanın, önemli ekolojik bileşenin yönetimi ve taşkın riskinin değerlendirilmesi için kritik olduğunu ifade etmiştir. Çalışma, iklim değişikliği ile birlikte artan aşırı taşkın olaylarının sıklığı göz önüne alındığında, yüksek taşkın yatağındaki yüzen odunun kanala önemli bir kaynak oluşturma potansiyeli taşıdığını belirtmiştir.

Tablo 2.4 : Yüzen malzemeyi yakalama ve baypas yapılarına ait araştırmalar.

Yazar ve tarih	Denyede kullanılan yöntem ve gereçler	Bulgular ve sonuçlar
Lukas Schmocker ve diğ. (2013)	Genişliği: 0.6 m, kanala dik yerleştirilmiş bir enkaz tutma ızgarası kullanılarak yapılmıştır. Üç farklı kütük sınıfından oluşan dört farklı karışım halinde kullanılmıştır.	Enkaz birikimi sürecini ve su seviyesi yükselişini belirleyen en önemli parametreler ön akış Froude sayısı ve toplam moloz hacmi sebep olmuştur.
Spreitzer ve diğ. (2020)	Uzunluğu :6 m, genişliği: 1.5 m ve eğim: 0.02 ve Sediment olarak (4-63 mm) çakıl ve odun çapı: 6 ila 28 mm, uzunlukları: 67 ila 533 mm arasında kullanılmıştır.	Deneylerde, su ile işlenmiş yüzen odun birikimlerinin gözeneklilik ve hacim özelliklerinin SfM fotogrametri kullanılarak tahmin edilebileceğini ifade etmiştir.
Horiguchi ve diğ. (2021)	Sediment ve yüzen odun tutmak için kanalın aşağısına 56 mm yüksekliğindeki hibrit bariyerler ve Sayısal olarak çalışmıştır.	Yüzen odun, bariyerlerde kalın yığınlar halinde birikmiştir ve odunlar arasındaki kenetlenme ve sürtünme kuvvetleri sayesinde yüksek su seviyelerine çıktığını belirtmiştir.
Schalko ve Weitbrecht (2022)	Genişliği: 0.4 m kanalda, taban eğimi: 1.4–3.3% ve Akış debisi $Q=11.6-30 \text{ l s}^{-1}$ arasında değişmiş Kullanılan ızgara tasarımı 2:1 eğimle yerleştirmiş. Yüzen odunların çapı 1 cm uzunluğu 15 ila 20 cm arasında kullanılmıştır.	Sediman taşınımı sürekliliği, üç temel parametrenin etkileşimi ile oluştuğunu belirtmiştir. Eğimli çubuk ızgaraların tasarımında, sediment taşınımını belirleyen en kritik parametreler, göreceli taban açıklık yüksekliği ve yüzen odun hacmi olduğunu belirtmiştir.
Schalko ve diğ. (2021)	Uzunluğu: 8 genişliği: 0.4 m derinliği: 0.7 m ve eğimi: 3.3% ve yaklaşık 4 m mansaba, eğimli bir çubuk ızgara (eğimi 2:1) ve sediment besleyici ile sürekli olarak yatak yükü giriş oranı 88 g/s sabit tutmuştur. Odun çapı: 0.2 ila 2 cm arasında değişmiş, odun uzunluğu: 4.7 ila 20 cm arasında kullanılmıştır.	Odun birikimi, memba su yükselmesini tetiklemiş ve yatak yükü tutulmasına sebep olduğunu belirtmiştir. Ancak, küçük bir odun hacmi bile yatak yükü taşınım kapasitesini önemli ölçüde azaltmaya yettiğini ifade etmiştir.
Galia vd (2023)	Toplam 13 adet menderes bükümünden oluşan ve akış Koşulları: 5 yıllık bir dönemi kapsamış ve bu süre zarfında iki kıyı taşkın olayı yaklaşık 180 m ³ /s ve 308 m ³ /s olan debiler.	Kıyı şeritlerinden türetilen değişkenler 13 menderes modelin 7'sinde yüzen odunların buralarda birikmediği ifade etmiştir. Stabil yüzen odun parçalarının varlığı, yerel kanal morfodinamiğini yönlendirebileceğini ifade etmiştir.
Galia vd (2024b)	Çalışma, Çekya'da, Orta Avrupa ılıman nemli karasal kuşağında, aktif menderesli Odra (Oder) Nehri'nin bir kesitinde gerçekleştirmiştir.	Taşkın sırasında yüzen odunun taşınımını ve yerleşim yerlerine yönelik potansiyel riskleri değerlendirmek için taşkın yatağı yüzen odunun, özellikle de kıyı kenarındaki sert odun ormanlarında bulunan yüzen odunun yönetim değerlendirmelerine dahil edilmesi gerektiğini ifade etmiştir.

2.4 Yüzen Odunların hareket ve Dinamik Kütlesinin İncelenmesi

Ruiz-Villanueva ve diğ. (2014a), odun taşıma dinamiklerine odaklanmış ve iki boyutlu (2B) hidrodinamik model ile birleştirilmiş odun taşınımını simüle etmek için sayısal bir model geliştirmiştir. Bu amaçla, sonlu hacim yöntemi kullanılarak, sığ su denklemlerine ek kaynak terimleri olarak odun sürüklemeye kuvvetlerini dâhil etmiştir. Geliştirilen bu model, iki boyutlu hidrolik simülasyon yazılımı olan 'Iber' e bir hesaplama modülü olarak uygulamıştır.

Yeni modül, odunun hareketinde yer alan kuvvetlerin dengesine dayalı olarak odunun ilk hareket eşiğini analiz eder ve kinematik bir yaklaşım kullanarak farklı şekilli kütüklerin konumunu ve hızını hesapladığını belirtmiştir. Yöntem ayrıca kütüklerin kendileri arasındaki ve kütükler ile kanal duvarları veya sınırları arasındaki etkileşimi de dikkate aldığını ifade etmiştir. Modelin yüzen kütüklerin hareketini doğru bir şekilde yeniden üretme kapasitesini doğrulamak için engellere sahip düz bir kanalda kanal deneylerini yapmıştır. İncelediği tüm kanal geometrileri ve odun tipleri için, gözlemlediği ve simüle ettiği yüzen odun konumları, yörüngeleri ve hızları arasında önemli bir fark bulamadığını ifade etmiştir. Bulgulara göre, akıma çapraz (45°) veya dik (90°) yerleştirilen yüzen odunlar, deneylerde ve simülasyonlarda beklendiği gibi dönerek akım yönüne paralel, akımın maksimum hız hattını takip eden stabil bir yönelim kazandığını belirtmiştir. Sonuç olarak, sayısal modelin, nehirlerdeki odun dinamiğini anlamak için bir tür 'sanal laboratuvar' görevi görerek, su akımı ve taşınan büyük odun parçaları arasındaki karmaşık etkileşimi matematiksel bir hassasiyetle yakalayabileceğini belirtmiştir.

Ruiz-Villanueva ve diğ. (2016), odun yığını ve odun mekaniği dahil olmak üzere akarsu sistemlerinde yüzen odun dinamiklerinde yer alan farklı süreçlerle ilgili son gelişmelerin kapsamlı bir niteliksel ve niceliksel özetini sunmuştur. Çalışmada, yüzen odun dinamiklerini nicelleştirmedeki ilerlemeler gözden geçirdiğini ifade etmiştir. Özellikle; büyük odunların nehir sistemlerinde nasıl hareket ettiğine ve tutulduğuna dair anlayışı entegre etmek için ölçümlerin ve modellemenin nasıl birleştirilebileceği ifade etmiştir. Ayrıca, farklı çalışmalardan ve coğrafi bölgelerden toplanan verilere dayanarak nicel ve entegre bir meta-analizini sunmuştur.

Spreitzer ve diğ. (2018), büyük odunsu moloz birikimlerini ve bunların bir nehir kesitinde hidrolik akım koşulları ve kanal morfolojisi üzerindeki etkilerini araştırmak için laboratuvar deney düzeniği tasarlamıştır. Çalışmada, Yeni Zelanda prototip nehrine dayanan bir memba akımındaki morfodinamik etkileşimleri simüle etmek amacıyla gerçek odun ve hareketli çakıl yatak yükü malzemesini kullanmıştır. Bu araştırma projesiyle, belirli bir debi, sediment yükü ve odunsu malzemenin dağılımı için sıkışma başlatma dinamiklerini ve sıkışma karakteristik değişimini araştırmayı amaçladığını belirtmiştir.

Spreitzer ve diğ. (2019), laboratuvarında ölçekli bir çakıl yataklı nehirde yüzen odunun hareket davranışını izlemek için yeni akıllı sensör teknolojisini kullanmanın uygunluğuna odaklandığını belirtmiştir. Araştırmacılar, ölçekli yüzen odunun kanaldaki hareketini doğru

ve bağımsız olarak izlemek amacıyla video yakalama ile birlikte akıllı sensör verilerini incelemiştir. Sensörler, dokuz serbestlik derecesi (9-DoF) ile üç boyutun tümü için ivme, açısal hız ve manyetik alan gücünü ölçtüğünü belirtmiştir. Laboratuvar kanalında kullanılmak üzere odun yığınlarını yerleştirmiştir. Çalışma, veri işleme kısıtlamaları göz önüne alındığında, mobilizasyon, taşıma ve biriktirme süreçlerini dikkate alarak, kanaldaki yüzen odunun hareket davranışının nicelleştirilmesi için sensörlerin kapasitesini değerlendirdiğini belirtmiştir.

Kimura ve diğ. (2021), nispeten büyük odun yoğunluğuna sahip açık kanal akımlarında yüzen odunun davranışını sayısal olarak modellemiştir. Çalışmada, su akımı ve yüzen odun hareketi; Lagrange tipi yüzen odun hareketi modeli ile birleştirilmiş Euler tipi akım modeli kullanılarak üç boyutlu olarak çözmüştür. Bir odun parçası, kolay analiz için Ayrık Eleman Yöntemi (DEM) kullanılarak düz bir çizgide birbirine bağlı küresel elemanlar kümesi olarak modellemiştir. Özgül ağırlığı 1'i aşan odunun, nehir yatağına yakın bir konumda hareket edeceği ve yatak sürtünmesinden etkileneceği belirtmiştir. Kayma ve yuvarlanma hareketleri için sürtünme kuvvetleri önemli ölçüde farklı olduğu belirtmiştir. Bundan dolayı, sayısal modelde sürtünme kuvvetinin anizotropisi dikkate alarak yatak ile yüzen odun arasında bir yatak sürtünme terimi dâhil etmiştir. Ayrıca, yüzen odun üzerindeki su akımının sürüklenme kuvvetindeki değişimi, yüzen odun gövde yönü ile akım yönü arasındaki açıya bağlı olarak da dikkate aldığını belirtmiştir.

Panici (2021), düz bir kanalın uzun bir uzantısındaki doğal çubukların hareketini laboratuvar ölçeğinde deneysel olarak analiz etmiştir. Ahşap, farklı konumlarda ve farklı akım koşullarında kanala bırakmıştır. Çalışma, su yüzeyinde serbest bıraktıktan kısa bir süre sonra geçici bir hareketi izleyen büyük odunun, kanal boyunca tercih edilen yörüngeleri takip etme eğiliminde olduğunu belirtmiştir. Temel Bulgular; Fr sayısı ve büyük odun girdisinin konumu, akım aşağı erişimlerdeki odun konumunun bir tahminini sağlayabileceği belirtmiştir. Akıma paralel yöne göre eğik bir pozisyon alma eğilimi dâhil, bazıları çok yaygın olan hareket mekanizmaları gözlemlendiğini belirtmiştir. Fr sayısı arttıkça, elementlerin kanal boyunca hareket ettiği alan daraldığını ifade etmiştir.

Kang ve Jang (2021), yüzen odun akışının özelliklerine ve yüzen odun sapının uzunluğuna bağlı olarak akım ve yüzen odun davranışını analiz etmek için iki boyutlu akım modeli (Nays2DH) ve yüzen odun dinamiği modelini birleştirmiştir. Özellikle, yüzen odunun çarpışma hareketini simüle etmek amacıyla yüzen odun dinamiği modeline Dashpot-yay

modeli eklemiştir ve yüzen odunun çarpışması ile odun sıkışması özelliklerini karşılaştırmıştır. Simülasyon sonucunda, engel bölümünün geçiş oranı, odun sıkışmasının hareket mesafesi ve odun parçalarının ortalama konumunun, yüzen odun gövdesinin uzunluğu ile hassas bir şekilde bağlantılı olduğunu ifade etmiştir.

Galia ve diğ. (2025), Çekya'daki Odra Nehri'nin menderesli bir bölümünde büyük odun parçalarının depolanması ve hareketliliğini 2016-2024 yılları arasında incelemiştir. Araştırmacılar, alan envanterleri, dron görüntüleri ve hızlandırılmış kameralar gibi çeşitli yöntemler kullanarak odun sayılarındaki ve hacimlerindeki yıllar arası değişkenlikleri ve bu değişkenliklerin hidrolojik akış, nehir morfolojisi ve kıyı vejetasyonu ile ilişkisini değerlendirmişlerdir. Çalışma, odun hacimlerinin doğrudan akış varyasyonlarıyla ilişkili olmadığını, bunun yerine dış menderes kıyılarındaki odunsu vejetasyonun odunun depolanmasının önemli bir belirleyicisi olduğunu bulmuştur. Ayrıca, kanal genişliğinden daha kısa olan odun parçalarının bile istikrarlı kalabileceği ve odun uzunluğunun hareketliliğin önemli bir göstergesi olduğunu belirtmiştir.

Grimmer ve diğ. (2025), nehir sistemlerindeki büyük ağaçların varlığını ve özelliklerini otomatik olarak ve düşük maliyetle tespit edip ölçerek, geleneksel yöntemlerin kısıtlamalarını aşmayı, uzun vadeli izlemeyi kolaylaştırmayı ve nehir yöneticileri ile araştırmacılar için daha iyi veri ve içgörüler sağlayarak nehir odununun etkili yönetimini desteklemeyi amaçladığını belirtmiştir.

Martini ve diğ. (2025), Şili'deki Blanco Nehri'nde 2008-2009 Chaitén volkanik patlamasından etkilenen bir akarsu kesiminde, akarsu morfolojisindeki değişiklikler ile akarsu içindeki büyük ağaç kütlelerinin oluşturduğu ağaç yığılmalarının hareketliliği arasındaki ilişkiyi araştırmıştır.

Schalco ve Nepf (2024), hareketli (mobil) yataklı bir nehir kanalına yerleştirilen tek bir kütüğün akım (hidrodinamik) ve yatak morfolojisi üzerindeki etkilerini deneysel olarak incelemiştir. Araştırmacılar, bu etkileşimleri daha iyi anlamak ve akım, sediment ve odun yerleşimleri arasındaki karmaşık etkileşimlere dair bilgi boşluğunu gidermek amacıyla, kütük boyutları, yönelimi ve konumunun etkilerini fiziksel model deneyleri kullanarak araştırmıştır. Sonuç olarak, tek bir kütüğün yerleştirilmesi bile akım değişkenliğini artırdığını ifade etmiştir.

- Hidrolik ve Ekolojik Etkiler: Odunun mansabında, hızın azaldığı ve türbülansın yükseldiği, ekolojik açıdan faydalı uyanık alanlar (wake regions) oluşmuştur. Daha küçük morfolojik değişiklikler yaratan odun yerleşimleri, daha uzun uyanık alanlar oluşturmuş ve bu durum organik madde birikimini teşvik ettiğini belirtmiştir.
- Oyulma ve Balık Habitatı: Yüksek akım hızı ve büyük odun boyutlarıyla derin oyulmaya neden olan odunlar ise, yaz aylarında balıklar için daha derin ve serin su sağladığını belirtmiştir.
- Konum Etkisi: Kanal merkezine yerleştirilen odunlar, artan yatak kayma gerilmesi ve türbülans nedeniyle odunun yanında ve mansabında simetrik bir oyulma deseni oluşturduğunu belirtmiştir.

Çalışma, odun yerleşimlerinin akarsu ortamında hem hidrolik değişkenliği hem de morfolojik değişimi önemli ölçüde artırdığını belirtmiştir.

Fei ve Wang (2024), büyük odun dinamikleriyle ilgili mevcut literatürü sistematik bir şekilde gözden geçirmiş ve bu dinamiklerin yapıları için oluşturduğu tehlike özelliklerini (örn. memba su yükselmesi, yerel oyulma, artan akış debisi) araştırmıştır. Nihai hedef, büyük odunla ilgili tehlikelerin önlenmesi ve kontrolü için referans sağlamak olduğunu belirtmiştir.

Campagnolo ve diğ. (2024), koruma altındaki bir Araucaria Ormanı içinde yer alan Perdizes akarsuyu gibi düşük debili bir akarsuda yüzen odun dinamiklerini ve bu odunların akarsu morfolojisi, sediment dağılımı ve akım hızı üzerindeki etkilerini araştırmıştır. Araştırmacılar, bu genel amaç doğrultusunda üç temel soruyu yanıtlamayı hedeflemiştir:

1. Araucaria Ormanı'ndaki odunun dinamiklerini hangi süreçler açıklamıştır?
2. Odunun akım hızı üzerindeki etkileri nelerdir?
3. Odunun varlığı, sedimentin boylamsal bağlantısını etkilemiş midir?

Sonuç olarak çalışma: Odunun varlığının, akım hızını yerel olarak azalttığını ve ince sedimentlerin birikmesine neden olarak kanal morfolojisini ve ekolojik bağlantıyı etkilediğini belirtmiştir. Odunun çoğunlukla mendereslerden önce düşük hızlı bölgelerde birikmesi, nehir yönetiminde odunun yerel etkilerinin anlaşılmasının önemini ifade etmiştir. Bu bulgular, düşük debili akarsularda yüzen odun hidrolik ve sediment dinamiği üzerindeki etkisinin, daha büyük sistemlerdekine benzer şekilde, morfolojik ve ekolojik sonuçlar doğurduğunu ifade etmiştir.

Murphy ve diğ. (2024), kıyı bölgelerinde bol miktarda bulunan ve doğa tabanlı kıyı koruma ve restorasyon projelerinde giderek daha fazla kullanılan sürüklenen odun parçalarının dinamiklerini anlamayı amaçlamıştır. Sürüklenen odun parçaları ekosistem hizmetleri sunmasına rağmen, fırtınalar veya diğer bozulmalarla harekete geçtiğinde kıyı toplulukları, altyapı ve ekosistemler için tehlike oluşturabileceğini belirtmiştir. Özellikle dalga hâkimiyetindeki yakın kıyı ortamlarında yüzen odun parçaları dinamiklerine ilişkin bilgi eksikliği vurgulamıştır. Araştırmacılar bu boşluğu gidermek amacıyla: 1/30 ölçekli bir fiziksel kıyı modeli üzerinde çalışmışlardır ve Optik takip tekniği kullanarak modele yüzen odun parçalarının taşınım ve dağılımını nicel olarak karakterize etmişlerdir. Deneylerde, deniz durumu, dalga kaynaklı akıntılar, su seviyeleri, sürüklenen odun parçalarının boyu, pürüzlülüğü ve kıyı yapıları gibi çeşitli faktörlerin etkileri incelemiştir.

Ballio ve diğ. (2024), sel olayları sırasında köprü ayakları ve tabliyeleri etrafında birikerek hasara yol açabilen sürüklenen odun/moloz birikintileri üzerindeki hidrodinamik kuvvetleri deneysel olarak incelemeyi amaçlamıştır. Bu birikintilerin; akım direncini artırarak su seviyelerinin yükselmesine (mamba su artışı), oyulmanın derinleşmesine ve yapı üzerinde ek kuvvetlere neden olabileceği, bu etkilerin birleşimin ise köprü tıkanmasına ve yıkılmasına sebep olabileceğini belirtmiştir. Bu amaçla, sabit, kritik akım koşulları altında bir engelin etrafında odun parçacıklarının birikmesine izin verilerek deneyler yapmıştır. Fr sayısı, tıkanma oranı, birikintinin geometrik parametreleri, gözenekliliği ve döküntü türü gibi çeşitli değişkenlerin etkilerini incelemiştir.

Nezhadian ve Hamidifar (2024), yüzen döküntülerin varlığında yarık içeren bir köprü ayağı etrafındaki akımı sayısal olarak simüle etmeyi amaçlamıştır. Çalışma, hız, kesme gerilimi, türbülans yoğunluğu ve türbülanslı kinetik enerji gibi parametrelerdeki değişimleri analiz etmiştir. Simülasyon için FLOW-3D yazılım paketi ve k-ε (RNG) türbülans modeli kullanmıştır. Sonuçlar, köprü ayağında bir yarığın varlığının akım için düzgün bir yol sağladığını, bunun basınç gradyanında bir azalmaya ve akım üzerindeki olumsuz etkilerin hafiflemesine yol açtığını ifade etmiştir.

Yuan ve diğ. (2024), akarsu başka bir akarsuyla birleştiğinde, birleşme noktası yakınındaki karmaşık hidrodinamiğin odunun hareketini tahmin etmeyi zorlaştırdığını ve bu odunların birleşme noktası yakınında birikerek mamba su yükselmesine ve müteakip potansiyel sellere neden olabileceğini belirtmiştir. Araştırmacılar, birleşme noktası yakınındaki tek tek odun parçalarının hareketini ve birikim davranışını araştırmak için bir laboratuvar çalışması

yapmışlardır. Bu araştırmada odunun özellikleri (uzunluğu, çapı ve yoğunluğu) ve hidrolik koşullar (debi oranı ve bırakılma mesafesi) değiştirmiştir. Sonuçlar, tali kanaldan bırakılan odun parçalarının zaman zaman birleşme noktasının akım ayrılma bölgesinde tuzağa düştüğünü, esas olarak saat yönünde dönen bir girdap tarafından yakalandığını ve bu bölgedeki bir geri akım kümesi tarafından sürüklenmeye devam ettiğini göstermiştir. Odunun birikim olasılığının esas olarak uzunluğu, debi oranı ve bırakılma mesafesiyle ilişkili olduğunu belirtmiştir.

Wyss Andris ve diğ. (2021), Zürih'teki (İsviçre) Glatt Nehri'nde, dairesel bir köprü iskelesinde tek kütüklerin odun biriktirme sürecini analiz etmek ve potansiyel ölçek etkilerine göre önceki çalışmaların sonuçlarını değerlendirmek için bir saha çalışması gerçekleştirmiştir. Saha testi, odun birikim sürecinin bir çarpma, döndürme ve ayırma aşaması ile tanımlanabileceğini ifade etmiştir.

Tablo 2.5 : Yüzen Odunların hareket ve Dinamik Kütlesinin İncelenmesinin özeti.

Yazar ve tarih	Denyede kullanılan yöntem ve gereçler	Bulgular ve sonuçlar
Ruiz Villanueva ve diğ. (2014a)	Kanal 0.6 m genişliği: 0.6 m uzunluğu: 6 m ve odun yoğunluğu 720 kg m^{-3} olan yuvarlak beyaz kayın ağacı kullanmıştır. Sayısal yazılım olarak Iber kullanmıştır.	Akışa çapraz (45°) veya dik (90°) yerleştirilen yüzen odunlar, deneylerde ve simülasyonlarda beklendiği gibi dönerek akış yönüne paralel, akışın maksimum hız hattını takip eden stabil bir yönelim kazanmıştır. Burada sayısal modelin de su akışı ve taşınan büyük odun parçaları arasındaki karmaşık matematiksel bir hassasiyetle yakalaya bileceğini ifade etmiştir. Yapılan analizlerde yüzen odunun taşıma pikinin genellikle taşkın pikinden önce gerçekleştiği şeklindeki histerezis ilişkisini ifade etmiştir. Üç farklı taşıma rejimi tanımlanmıştır; yüzen odun arası temasın nadir olduğu sıkışmamış, yüzen odunların tek bir kütle halinde hareket ettiği sıkışık ve bu ikisi arasında kalan yarı sıkışık taşıma olarak belirtmiştir.
Virginia Ruiz ve diğ. (2016),	Odun dinamikleri, kütle dengesi yaklaşımı (tedarik, transfer, depolama) ve mekanik taşıma perspektifi olmak üzere iki ana açıdan ele almıştır.	Birikimin membasındaki su etkisi, yukarı akışta su seviyesinde artışa ve memba su kabarmasına eşlik eden girdaplar oluştuğu ifade etmiştir. Bu girdaplar köprü ayağında da oluşarak hem sol hem de sağ setler boyunca yukarı akış yönünde dolaşmış ve kanal merkezine geri dönmüştür.
Gabriel Spreitzer ve diğ. (2018)	Uzunluğu: 6 m, genişliği: 1.5 m, derinliği: 1 m ve eğimi: % 2 ve Giriş yapısından yaklaşık 4 metre aşağı akış yönüne hizalı üç ayaklı bir köprü monte etmiştir. Odun çapları 5 ila 45 mm ve uzunlukları 50 ila 450 mm arasındadır.	Yüzen odunun taşıma mekanizmalarına (hareket başlama, yuvarlanma, sapma, durma) dair yeni ve ayrıntılı veriler sağlayarak, aşağı akış yörüngelerinin olasılıksal modellerinin iyileştirilmesine katkıda bulunduğunu belirtmiştir.
Gabriel Spreitzer ve diğ. (2019)	Uzunluğu: 6 m, genişliği: 1,5 m, derinliği: 1 m ve eğimi: %2 ve odunlar, akış yönüne göre 0° , 45° ve 90° açılarla yerleştirmiş	

Tablo 2.5 (devam) : Yüzen odunların hareket ve dinamik kütlelerinin incelenmesinin özeti

Kimura ve diğ. (2021)	Sayısal model, (3D–3D model) kullanmıştır. Çalışmada batık odun mekaniklerine yönelik araştırmıştır.	Odun eksenî yönündeki kayma sürtünmesi ile enine yöndeki yuvarlanma (rolling) sürtünme kuvveti arasında önemli farklılıklar olduğu ifade etmiştir. Sürtünme katsayısı, odun hareket yönü ile odun eksenî yönü arasındaki açıya bağlı olarak hesapladığını belirtmiştir.
Panici (2021)	Uzunluğu: 54 m olan trapez bir kanalda ve üç farklı Fr sayısı (0.121, 0.165 ve 0.279) kullanılmıştır. Odunun çapı: 2.9 cm ve uzunluğu: 50 cm olarak almıştır. Odunlar sıkışmamış halde üç noktada (Sol bank, Merkez hat ve Sağ bank) bırakmıştır.	Yüzen odun, başlangıçta bırakıldığı kanal kısmında kalma eğilimi göstermiş ve yüzen odunun nehir yapılarındaki tıkanma riskini ve yerini tahmin etme yeteneğini artırabilir. Elementlerin çoğu, akış yönüne göre eğik bir pozisyon almıştır. Akışa dik konuma dönen elementler bile çoğunlukla tekrar eğik bir pozisyona geri dönmüş, bu da akışa dik oryantasyonun nispeten kararsız olduğunu belirtmiştir.
Kang ve Jang (2021)	Sayısal yazılım olarak, Nays2DH kullanmıştır. Uzunluğu: 2 m, genişliği: 0.3 m ve mansabın 0.6 m yukarısına 0.1 x 0.1 m boyutlarında iki engeli kanalın sağ ve sol tarafına yerleştirmiştir. Odunların çapları 0.01 ila 0.02 m ve uzunlukları 0.1, 0.15 ve 0.2 m arasında ve toplam 30 adet odun kullanmıştır.	Geliştirdiği sayısal model odun dinamik modelinin, odunun yüzme, kayma, yuvarlanma, çarpışma ve kümelenme gibi karmaşık davranışlarını başarılı bir şekilde yeniden ürettiğini belirtmiştir. Özellikle Dashpot-spring modelinin eklenmesi, engeller etrafındaki odun yığınlarının oluşumunu doğru bir şekilde simüle etmek için hayati öneme taşıdığını ifade etmiştir.
Galia ve diğ. (2025)	Çekya'daki Odra Nehri'nin aktif menderesli bir bölümünde yer alan 13 menderes kıvrımına odaklanarak, 2016'dan 2024'e kadar 8 yıllık bir dönemdeki odun depolamasını ve dinamiklerini değerlendirmiştir.	Odunun uzunluğu, hareketliliği tahmin etmede önemli bir parametre olduğunu belirtmiştir. Ancak kanal genişliğinden üç ila dört kat daha kısa olan birçok odun parçası bile stabil kalmıştır, bu da kanal düzensizliklerinin odun tutulmasındaki rolünü belirtmiştir. Odun hareketliliğini tahmin eden ana faktörler odun uzunluğuna ek olarak odunun yığınlar halinde olması, kırılmamış dallara sahip karmaşık şekiller ve akarsu içindeki başlangıç konumu olarak ifade etmiştir.
Grimmer ve diğ. (2025)	Havadan çekilen fotoğraflardan nehir içi odunu otomatik olarak tanımlamak ve temel değişkenlerini (uzunluk, çap, alan ve hacim) çıkarmak üzere açık kaynaklı bir Python aracı ile tasarlamıştır.	Çekilen hava fotoğraflarından yararlanarak nehir odununu otomatik olarak tespit etme ve karakterize etme yeteneği sayesinde, odunun uzun vadeli takibini kolaylaştırmış, taşkın risk yönetimi ve ekolojik restorasyon projeleri için önemli bir tasarım aracı olabileceğini belirtmiştir.
Martini ve diğ. (2025)	29.5 hektarlık bir alana ve 2.2 km uzunluğa sahip olan Blanco Nehri segmenti üzerinde gerçekleştirmiştir. Zaman olarak da (2018, 2019 ve 2023 yıllarında) dronla (İHA) çekimleri yapmıştır.	Blanco Nehri'nin volkanik patlamadan etkilenen bir nehir sisteminde odun hareketliliği ve sediment hareketiyle ile kanal morfolojisindeki değişimlerin karmaşık ve iç içe geçmiş bir dinamik olduğunu göstermiştir.

Tablo 2.5 (devam) : Yüzen odunların hareket ve dinamik kütlelerinin incelenmesinin özeti.

Schalko ve diğ. (2024)	Uzunluğu: 10 m, genişliği: 1 m, derinliği: 0.7 m ve odun yerine PVC boru kullanmıştır. Çapı: 0.06, 0.09, ve 0.11 m, Uzunluğu: 0.25, 0.50, ve 0.75 m ve akışa bırakma şekli (90°, 45°, ve 30°)'dir. Kanala bırakma yeri olarak da hem kanal merkezine hem de kanal kenarına yerleştirmiştir.	Yüksek akış hızı ve büyük odun boyutlarıyla derin oyulma yaratan odunlar ise, yaz aylarında balıklar için daha derin ve serin su sağlayarak habitatı iyileştirebileceğini ifade etmiştir. Kanal merkezine yerleştirilen odunlar, artan yatak kayma gerilmesi ve türbülans nedeniyle odunun yanında ve mansabında simetrik bir oyulma deseni oluşturmuştur. Odun yerleşimlerinin akarsu ortamında hem hidrolik değişkenliği hem de morfolojik değişimi önemli ölçüde artırdığını belirtmiştir.
Fei ve Wang (2024)	Mevcut literatür ve verilere dayanarak, büyük ahşap dinamikleri, tehlikeleri ve yapı ortamları için risk azaltma önlemlerine genel bir bakış sunmuştur	CBS ve saha izleme teknikleri, büyük odunun toplanması, sürüklenmesi, taşınması ve biriktirmesinin incelenmesinde önemli bir rol oynamıştır. Büyük odun birikme olasılığı ve kütük sıkışması özellikleri memba su yükselmesini, yerel aşınmayı ve tortu birikimini şiddetlendirdiği ve kütük sıkışmasının dağılması, deşarjda ani bir artışı tetiklediğini belirtmiştir.
Campagnolo ve diğ. (2024)	Derenin özelliklerini iki yöntem ile araştırmıştır. Bunlar deredeki ölçümler ve Sayısal Simülasyon (HEC-RAS).	Odunun varlığı, akış hızını yerel olarak azaltmıştır ve ince sedimentlerin birikmesine neden olarak kanal morfolojisini ve ekolojik bağlantıyı etkilemiştir. Odunun çoğunlukla mendereslerden önce düşük hızlı bölgelerde birikmesi, nehir yönetiminde odunun yerel etkilerinin anlaşılmasının önemini belirtmiştir.
Ballio ve diğ. (2024)	Sıfır taban eğimli, 7.0 m uzunluğu: 7 m, genişliği: 0.5 m ve derinliği: 0.6 m ve dallı ve dalsız, doğal odun elemanları kullanmıştır. Odunların uzunluğu 7 ila 13 cm, çapları ise birkaç milimetreden 10 mm'ye kadar kullanmıştır.	Frontal alan, odun döküntüsü birikimleri üzerindeki sürüklenme kuvveti analizinde en kritik geometrik parametre olarak kabul edildiğini belirtmiştir. Bu model, akışın temel karakteristikleri (derinlik, genişlik, hız) ve odun yığınının boyutunu girerek, yapılar üzerindeki sürüklenme kuvvetinin tahmin etmesini belirtmiştir.
Nezhadian ve Hamidifar (2024)	Simülasyonlar için FLOW-3D yazılımı kullanılmıştır. Kullanılan veriler; uzunluğu: 9 m, genişliği: 0.4 m, derinliği: 0.6 m ve köprü ayak çapı 0.04 m ve yarı köprü ayağı genişliğinin dörtte birine (0,1 m) eşdeğer genişlikte ve akış derinliğiyle aynı yükseklikte bir açıklık almış. Odun malzemesinin çapı 0.12 m ve uzunluğu 0.2 m şeklinde	Yarık içeren köprü ayağı tasarımının, yüzen odun varlığında akış karakteristiklerini optimize etme ve oyulma etkilerini azaltma yeteneğini ifade etmiştir. Yarık: Akış türbülansını azaltmıştır, yıkıcı akışları yönlendirmiş ve akış vektörlerini hizalamış, bunun sonucunda ayağın mansabında daha üniform bir akış deseniyle sonuçlandığını belirtmiştir. Silindirik ayaklar etrafındaki hız büyüklüğünü azaltmış ve kayma gerilmesinde düşüşe katkıda bulunduğunu belirtmiştir.
Yuan ve diğ. (2024)	İki kanalın birleşme açısı 60° ve giriş kanalları 0.32 m genişliğinde, birleşme sonrası kanal 0.42 m genişliğinde ve Odunun uzunluğu 10 cm'den 20 cm'ye kadar ve çapı 0.8 cm, 1.5 cm ve 2.0 cm olarak alınmıştır.	Birleşme noktası ayrılma bölgesinde odun birikiminin temel olarak yerel girdap yapısı tarafından kontrol edildiğini belirtmiştir. Kritik faktörlerin uzunluk, deşarj oranı ve salınım mesafesi olduğu tespit etmiştir.
Wyss Andris ve diğ. (2021)	Köprü ayak çapı 1.2 m ve eğimi %0.3 ve odun uzunluğu 4 m ve çapı 0.2 m ve toplamda 55 adet odun tek tek vinç yardımıyla nehir akışına dik olacak şekilde bırakmıştır.	Çalışmada tekil odun birikim sürecinin çarpma, dönme ve ayrılma fazlarıyla tanımlanabileceğini göstermiştir.

3. MATERYAL VE YÖNTEM

3.1 Deney Düzenegi

Bu bölümde, GM'lerin SOM'u yakalama oranları, su seviyesindeki kabarma oranları ve oluşan maksimum oyulmalar incelenmiştir.

Deneylerin nasıl gerçekleştirildiği, kullanılan aletler ve deney düzenegine ait detaylı bilgiler aşağıda verilmiştir.

Deneyler, aşağıdaki parametre kombinasyonları için yürütülmüştür:

- 20, 40, 60, 80 l/s debi değerleri için, (4 parametre)
- Açık kanalın boyuna eğimleri %0.01, %1 ve %2 için, (3 parametre)
 - (Bu eğim aralığı, ilgili çalışmalarla uyumludur: Piton vd. (2020), Spreitzer vd. (2020)).
- Mahmuz Açısı 30° ve 45°, (2 parametre).
- Mahmuz Uzunlukları: L, 2L/3 ve L/3 (3 parametre). Mahmuz uzunlukları kanal genişliği olan B cinsinden seçilmiştir. $L=B/2$ olarak alınmıştır.
- SOM akış senaryosu: (3 parametre).
 - Yüzen odunsu malzemenin bulunmaması (SOM=0).
 - Odunların tedrici olarak akıma katılması.
 - Odunların yığın şeklinde akıma katılması (Piton vd. (2020)).
- Mahmuz Sıra Sayısı: Kanal içerisinde mahmuz bulunmaması, 1, 2 ve 3 sıra mahmuz bulunması (4 parametre).

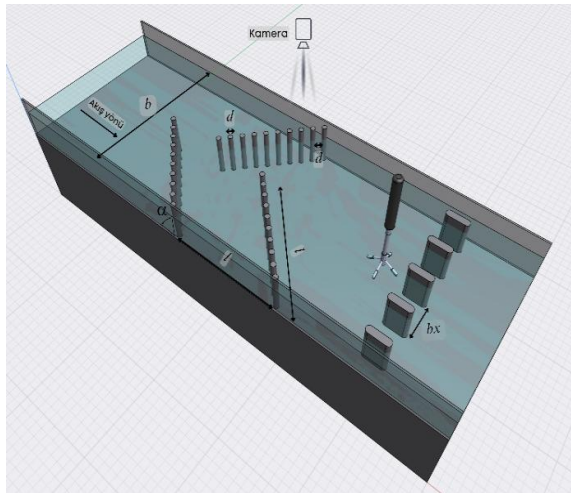
Tüm bu parametreler için toplamda $4 \times 3 \times 2 \times 3 \times 3 \times 4 = 864$ adet deney gerçekleştirilmiştir. Literatürde yapılan deneysel çalışmalarda kullanılan kanal boyutları Tablo 3.1'de verilmiştir.

Tablo 3.1 : Literatürde bulunan bazı çalışmalara ait kanal boyutları.

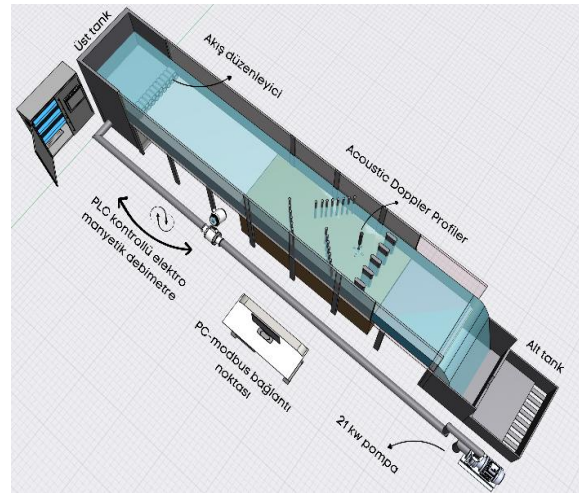
Yazar ve Tarih	Kanal genişliği (m)	Kanal derinliği (m)	Kanal uzunluğu (m)	Kanal eğimi
Kimura ve Kitazono (2020)	0.2	-	3.4	-
Ravazzolo ve diğ. (2020)	1.5	1	6	0.002
Piton ve diğ. (2020)	0.4	0.4	6	0.02
Shrestha (2009)	0.3	0.45	5	18°
Rusya ve Ikematsu (2014)	0.3	0.32	12	0.01
Okamoto ve diğ. (2021)	0.4	0.15	10	-
Shrestha ve diğ. (2012)	0.3	0.45	5	18° 7°
Schalko ve diğ. (2019)	1.5	1.2	30	0
Schalko ve diğ. (2020)	0.4	0.7	8	0.1
De Cicco ve diğ. (2020)	0.3	0.16	5	%2 %3
Spreitzer ve diğ. (2018)	6	1.5	1	%2

Deneyler, İnönü Üniversitesi Hidrolik Laboratuvarında bulunan açık kanal deney seti kullanılarak yapılmıştır. Bu açık kanal deney setine ait şematik görünüm Şekil 3.1'de verilmiştir.

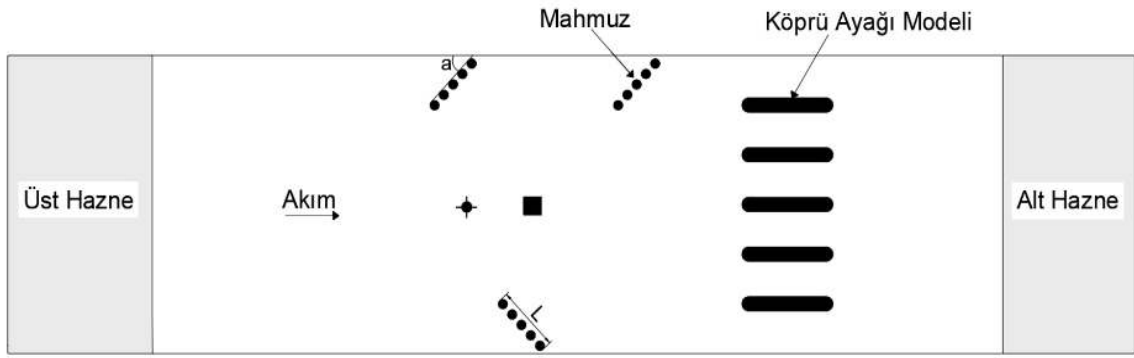
Tüm deney seti boyutları, yüzey gerilmelerinin oluşmayacağı ve ölçek etkisinin minimize edileceği şekilde belirlenmiştir. Deney setinin üstten ve yandan görünüşü Şekil 3.1'de verilmiştir.



a) Deney seti bir kısmı



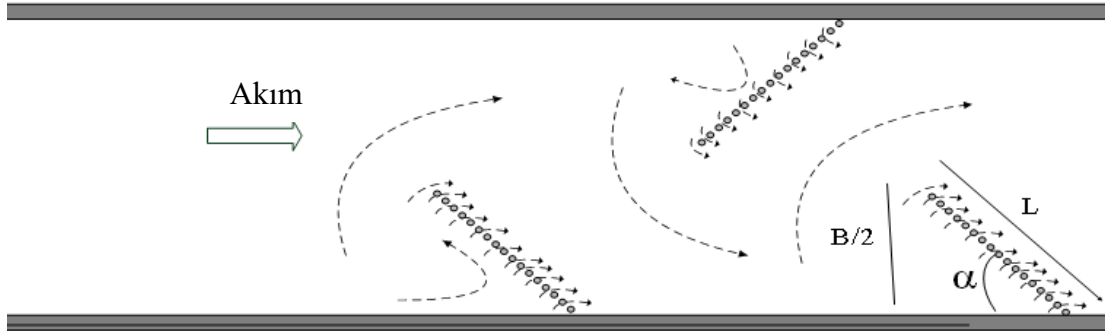
b) Deney seti tamamı



c) Deney seti üstten görünüş

Şekil 3.1 : a) Deney seti bir kısmı, b) Deney seti tamamı, c) Deney seti üstten görünüş.

Deney seti 13 m uzunluğunda, 1.2 m genişliğinde ve 0.8 m derinliğindedir. Deney setinin 5 metrelik kısmı hareketli taban olarak kullanılmıştır. Köprü ayakları ve GM'ler bu alanda yerleştirilmiştir. Yerleştirilen GM'lerde oluşan akım koşulları ve kanal içerisinde oluşabilecek olası akım desenleri Şekil 3.2'de gösterilmiştir. Ayrıca geçirgen mahmuz boyu L 'nin açığa göre değiştiği ve alınan ölçümlerde eksene kadar $B/2$, $B/3$ ve $B/6$ olacak şekilde üç farklı boydan oluşmaktadır. Alınan L değerinin açığa ve alınan ($B/2$, $B/3$ ve $B/6$)'ya göre farklı uzunluklardan oluşmaktadır.



Şekil 3.2 : Geçirgen mahmuzların açık kanal içerisinde yerleşimi ve mahmuzlar etrafında oluşan akım çizgileri.

Şekil 3.3 (b) 'de şekli görülen debimetre deneylerde kullanılmıştır. Deneylerde kullanılan debimetre ± 0.01 l/s hata ile ölçüm yapabilen elektromanyetik debimetre kullanılmıştır. Derinlik ölçümü için ise ± 0.01 mm hata ile ölçüm yapabilen Mitutoyo marka dijital limnometre kullanılmıştır.



a) Pompa sistemi



b) Debimetre

Şekil 3.3 : Debimetre ve Pompa Sistemi.

Tüm deneyler şekil 3.3 (a)'daki PLC pompa kontrolü yardımıyla gerçekleştirilmiştir. Debi kontrolü elektromanyetik debimetreden elde edilen impulsların PLC kontrol sistemine aktarılıp işlenmesi yardımıyla gerçekleştirilmiştir. PLC kontrol sistemi mobil veya pc yardımıyla kontrol edilebilmektedir. Şekil 3.4'te gösterilen ekrandan debiye göre frekans verilerek deneyler yapılmıştır. Her deney için debimetre ekranı ile PLC yazılımı ekranında yazılı debi değerleri kıyaslanmış ve doğrulanmıştır. Her deney yapıldıktan sonra PLC ekranından pompa durdurulmuştur. Her deney yapıldığı esnada kanalın sağ ve sol tarafına RGB-D kamera yardımıyla video çekimi yapılmıştır. Bu da deneylerde odun hareketinin izlenimi ve yorumlanması için yardımcı olacaktır. Ayrıca deneylerde odun verildiği zaman gopro 11 hero aksiyon kamera ile kanalın üst kısmından video çekimi yapılmış. Yüzen odunların GM'lerde nasıl davranış gösterdiğini izlemek için yapılmıştır. Ayrıca deney bittikten sonra ve kanalda su tahliye edildikten sonra kameralar yardımıyla GM'lerde biriken odun ve taban topoğrafyasının fotoğrafları çekilmiştir.



Şekil 3.4 : PLC otomasyon yazılım ekranı.

Deneylerde SOM tüm deney koşullarında aynı şekilde kanala bırakılması için Şekil 3.5'te gösterilen bant sistemi tasarlanmış ve kullanılmıştır. Bant sistemi, odunların kanala eşit yayılımında ve hızda bırakılması amacıyla, Ruiz Villanueva ve diğ. (2014b) ve Piton ve diğ. (2020)'nin çalışmalarına benzer şekilde tedrici ve yığın olmak üzere iki farklı hızda kullanılmıştır.



Şekil 3.5 : Bant sistemi.

De Cicco ve diğ. (2020) tarafından yapılan çalışmadan da yararlanılarak, tıkanma olasılığını en aza indirmek amacıyla silindir uçlu köprü ayak tipi tercih edilmiş ve beş ayaklı köprü modeli kullanılmıştır. Köprü ayakları şeffaf 3 mm kalınlığında pleksiglas malzemeden yapılmıştır. Köprünün ayak kalınlığı 6 cm ve genişliği 40 cm olacak şekilde tasarlanmıştır (Şekil 3.6). Prototipteki köprü üst tabliye kalınlığını temsil etmek üzere model ölçeği dikkate alınarak pleksiglas malzemeden 5 cm kalınlıkta, 40 cm genişliğinde ve 120 cm uzunluğunda platform yapılmıştır. Her ayak arası mesafe 15 cm olarak belirlenmiş ve bu da toplam altı açıklık gelmektedir.



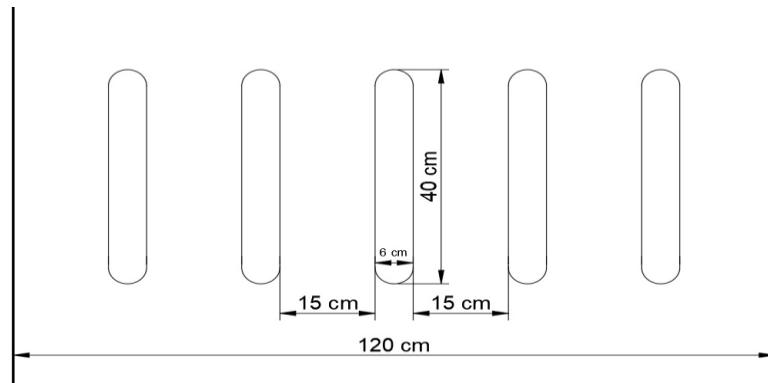
a) Deney setinde yerleştirilmiş köprü



b) Köprü şekli



c) Köprü yandan görünüşü



d) Köprü ayaklarına üstten görünüşü

Şekil 3.6 : a) Deney setinde yerleştirilmiş köprü, b) Köprü şekli, c) Köprü yandan görünüşü, d) Köprü ayaklarına üstten görünüşü.

Deneyde kullanılan GM ayakları kromdan yapılmıştır. GM Boyutları ve Yerleşimi şekil 3.7 ve şekil 3.8’de verilmiştir. Her bir ayak çapı 2 cm ve yüksekliği 40 cm'dir. İki ayak arası boşluk 2 cm olarak belirlenmiştir.

GM'lerin kanala yerleştirilmiş hali (toplam 40 cm yükseklikten 25 cm gömülü, 15 cm 'i açıkta kalmıştır) ve yerleştirilmemiş şekli de Şekil 3.7 ve 3.8 ‘da gösterilmiştir.

Geçirgen mahmuzların konfigürasyon parametreleri; Mahmuzlar, iki farklı (45° ve 30°) açı ile ve üç farklı uzunlukla (L , $2L/3$ ve $L/3$) olacak şekilde kanala yerleştirilmiştir. L uzunluğu, mahmuzların kanala yerleştirilmesinde kullanılan açıdaki GM’nin ekseninin ortasına kadar gelen uzunluktur. L uzunluğundaki GM’nin son ayağın kanal kenarı arasındaki mesafesi $B/2$ olacak şekilde ayarlanmıştır. $2L/3$ ’de $B/3$ ve $L/3$ ’de $B/6$ olacak şekilde kanala yerleştiriliyor. Bu şekilde üç farklı GM uzunluğu alınıyor.



Şekil 3.7 : Geçirgen mahmuz şekli.



Şekil 3.8 : Geçirgen mahmuz ayaklar.

3.2 Deneyde Kullanılan Odun malzemesi

Deneyisel çalışmaların bu aşamasında deney setine bırakılması planlanan yüzen odun parçacıklarının sayısı, çap ve uzunluklarına dair literatür araştırmaları yapılmıştır. Araştırmalarda ilki Bezzola ve Hegg (2007), 2005'teki bir sel olayından sonra İsviçre'deki dört birikim yapısına yerleştirilen odun parçalarının boyut dağılımını gözlemlemiştir. İkincisi, Rickli ve Hess (2009), aynı sel olayından sonra İsviçre'deki 10 adet dere yatağında SOM'un boyut dağılımını çıkarmıştır. Üçüncüsü ise, Dütz (2023) bu iki çalışmaya yakın odun miktarını seçerek sürüklenen odun dağılımını çıkarmıştır. Mevcut çalışmada da üç çalışma ya benzer odun miktarı ve boyutları belirlenmiştir. Çalışmada toplam 750 adet SOM miktarı kullanmıştır.

Ormanlarda doğal odunlar genellikle kök ve dalları olmayan ağaçlardan oluşur. Daha da önemlisi, bu basit silindirik geometri, ova nehirlerinde nehirseld taşınma sırasında sıklıkla gözlemlenen, yaprakları dökülmüş ve kök salmamış odun parçalarının makul bir yaklaşımını temsil etmektedir (Allen ve Smith (2012); Bocchiola ve diğ. (2008); Ruiz-Villanueva ve diğ. (2014a); Xu ve Liu (2016)). Mevcut çalışmada kullanılan odunlar, Çınar ağacı dallarının sabit kalınlıkta olan kısımlarından kesilerek elde edilmiştir. Çınar dallarının tüm deneylerde eşit miktarda ve eşit yoğunluk değerlerinde olması, deneylerde standart şartların sağlanması açısından oldukça önem teşkil etmektedir.

Odun Yoğunluk Kalibrasyonu; Deneylere başlamadan önce yapılan deneme gözlemlerinde, odun parçalarının su içerisinde kaldığı sürece ne kadar su emdiği ve ağırlıklarının ne kadar arttığı gözlemlenmiştir. Yapılan gözlemlere göre:

- İlk 2 saat içerisinde bu odun parçaları su emmelerini tamamlayıp doygunluğa ulaşmakta ve ilerleyen zamanlarda ağırlıklarında bir artışın olmadığı tespit edilmiştir.
- Odunların ağırlıkları hassas tartı kullanılarak ölçülmüştür.

Bu tespitten hareketle tüm deneyler başlatılmadan önce odun parçaları en az 2 saat suya batık olacak şekilde su içerisinde bekletilmiş ve daha sonra suları süzülene kadar bir süzgeç içerisinde tutulmuş, sonrasında deneylere başlanmıştır. Bu işlemler hassas ve titiz bir şekilde tüm deneylerin başlangıcında tekrarlanmıştır.

Odun Besleme Ünitesinin Tasarımı; Odun besleme ünitesi, bir motor ve üzerinde dönen bir bant mekanizması olan ve genişliği açık kanal genişliği olan 120 cm olarak tasarlanmıştır ve Şekil 3.9'de gösterilmiştir.

Bu odun besleme ünitesinin iki farklı hızı, bir motor vasıtasıyla çalıştırılarak açık kanal setine tedrici veya yığın şeklinde Piton ve diğ. (2020) odun parçacıklarının düşmesini sağlayacak şekilde tasarlanmıştır. Buradaki amaç; gerçek hayatta taşkınlar esnasında gözlemlenen yığın şeklindeki odunların sebep olduğu taşkınların veya daha seyrek (yani tedrici) olarak akımı gerçekleşen odunların sebep olduğu taşkınların detaylı bir şekilde gözlemlenmesini sağlamaktır. Tüm deneyler boyunca açık kanala bu iki farklı hıza göre aynı miktar odun ve aynı boyuttaki odunlar bırakılmak suretiyle deneyler gerçekleştirilmiştir.



Şekil 3.9 : Sürüklenen odunların kanala bırakılması.

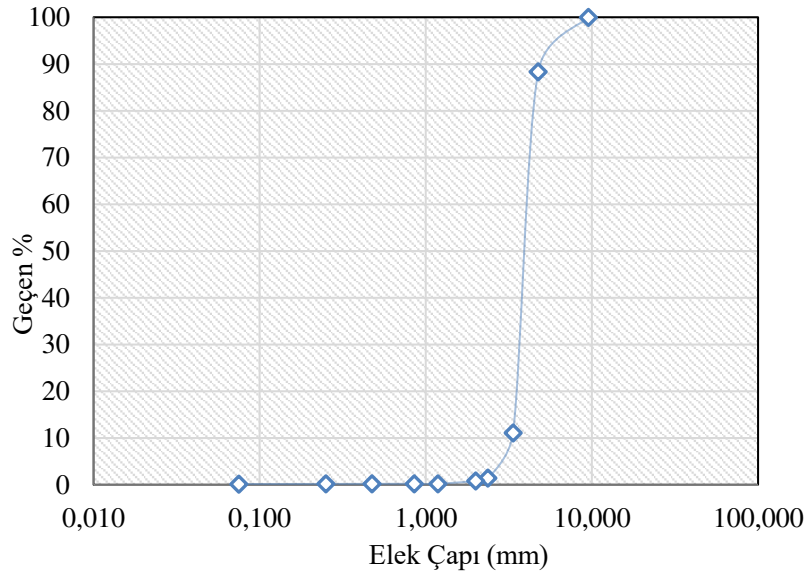
3.3 Kanal Taban Malzemesi

Deneylerde kullanılan granüler malzeme silis kumudur. Literatürde granül malzeme için bir üniformalık katsayısı (σ) belirtilmiştir. Bu katsayı, üniformalık şartının sağlanması için genellikle:

$$\sigma = \sqrt{(d_{84}/d_{16})} < 1.4 \quad (1)$$

olarak verilmektedir. Bu tezde, $d_{50}=4.05$ mm olarak tespit edilmiş ve üniformalık katsayısı $\sigma =1.17$ olarak hesaplanmıştır. Schalko vd. tarafından $\sigma =1.1-1.2$ arasında (Schalko ve diğ., 2020 ve Schalko 2019), Dey ve Raikar (2007) tarafından ise $\sigma =1.17$ olarak hesaplanarak malzemenin $\sigma < 1.4$ şartını sağladığı bildirilmiştir.

Yatak malzemesi için granülometri eğrileri Şekil 3.10'da gösterilmiştir.



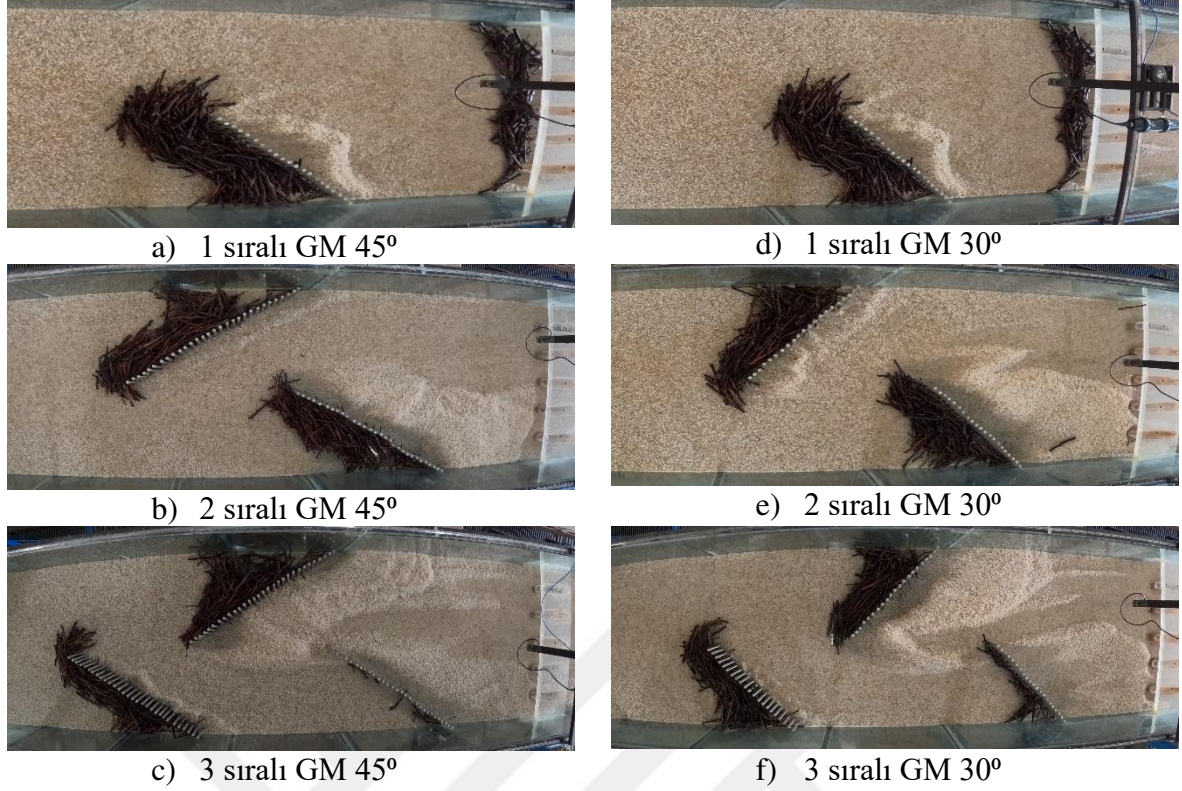
Şekil 3.10 : Mansap taban malzemesi granülometri eğrisi.

4. BULGULAR

Taşkın ve sellerle taşınan odunlar köprü kesitlerinin tıkanmasına neden olmaktadır. Bu malzemeleri engellemek amacıyla literatürden farklı olarak bu tez ile ilk kez bir GM yapısı önerilmiştir. Deneysel çalışmalar ile elde edilen sonuçlar aşağıda verilen şekillerle izah edilmiş ve grafiklerle tartışılmıştır. Grafiklerde verilen eksenlere ait açıklamalar aşağıda verilmiştir. Bunlar;

Acr; yüzde cinsinden köprü ya da GM’lerde biriken odun malzemesinin tüm odunsu malzemeye oranını belirtmektedir. h/H oranı ise; ise odunlu deneylerdeki su seviyesi olan h ’ın odunsuz deneylerde su seviyesi olan H ’a oranıdır. Fr sayısı köprü membasındaki ortalama akım derinliği ve hıza göre hesaplanmıştır. $\Delta h/H$; akım kabarma oranının odun akışı olmayan deneylerdeki akım derinliğine oranıdır ($\Delta h = h - H$). t/T ; kanal boyunca rölatif uzunluğu ifade etmektedir. Burada, T kanal başlangıcından köprünün memba kısmına kadar mesafeyi ve t ise kanal başlangıcından olan mesafeyi göstermektedir. h_{db}/d_{50} ; köprü ayağında oluşan boyutsuz oyulma derinliğini, h_{db} köprü ayağında oluşan maksimum oyulmayı ve d_{50} ise kanal tabanındaki kum malzemesinin ortalama dane çapını ifade etmektedir. F_d , köprü membasında hesaplanan densimetrik Fr sayısıdır.

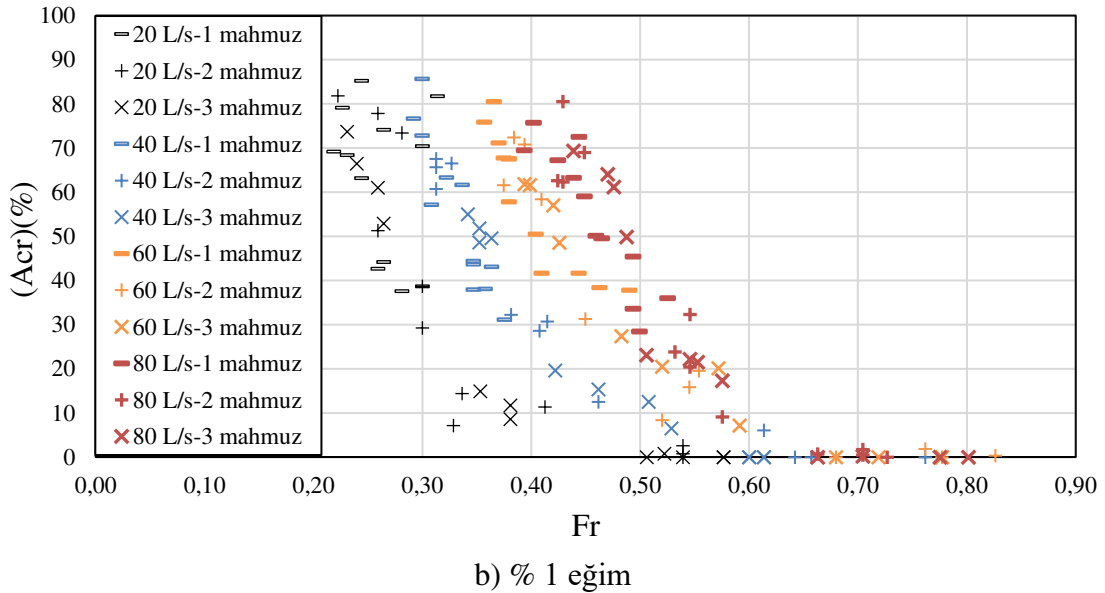
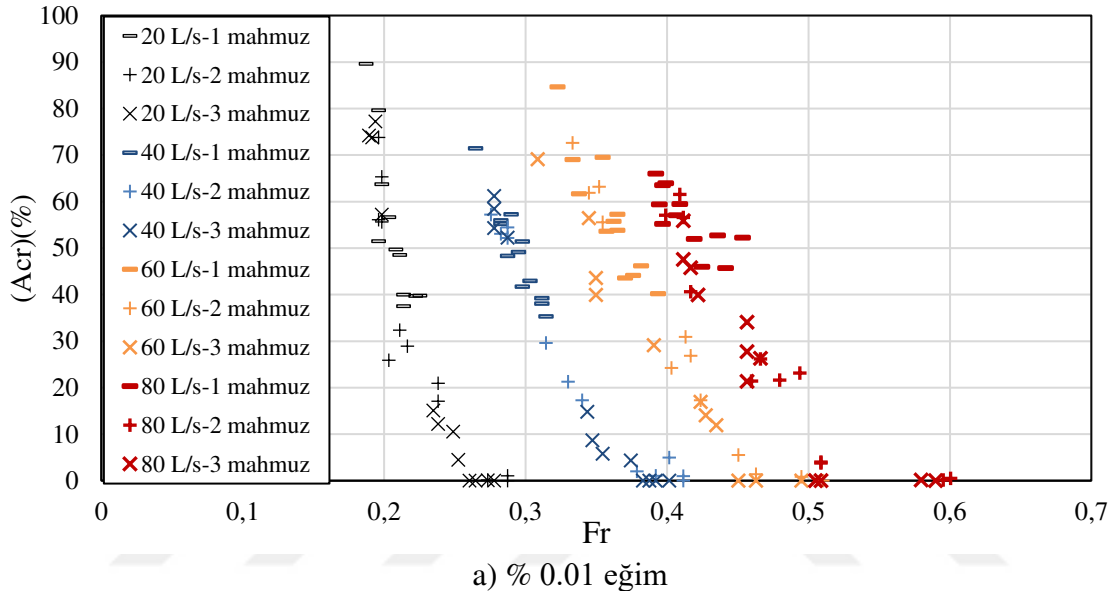
Şekil 4.1’de GM sayısına göre odunların tuzaklandığı deney görselleri verilmiştir. Şeklin sağ tarafında 45° sol tarafında ise 30° mahmuz açılı GM’ler görülmektedir. Bu deneyler 80 l/s lik debi değeri ve B/2 uzunluğundaki GM’ler için yapılmıştır. Tekli GM’de gelen tüm odunlar tutulamamış ve bir kısmı köprüde birikmiştir. İkili ve üçlü GM’lerde odun yakalama oranları yüksek olmuş ve geçen az miktardaki odunlar da köprüde birikmeden mansaba geçmiştir.

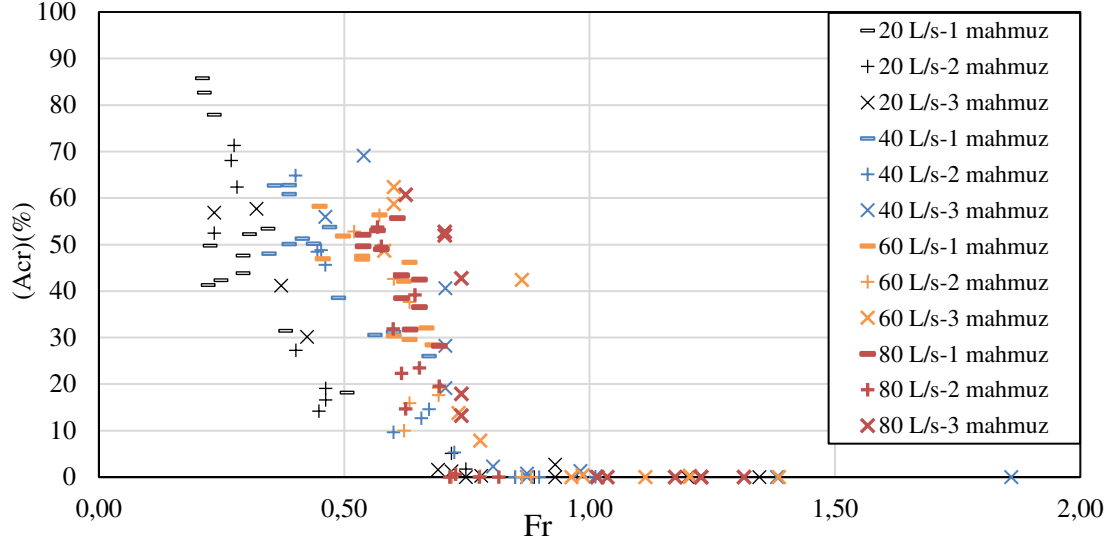


Şekil 4.1 : GM sayısına göre odun birikme görüntüleri.

Şekil 4.2 (a)'da Fr sayısına göre köprüde odun birikme oranları arasındaki ilişki incelenmiştir. Düşük debilerde, özellikle 20 l/s 'de birikme oranı en yüksek değer olarak elde edilmiştir. Bu durumun, akımın kinetik enerjisinin düşük olması ve köprüde takılan odunlardan sonra gelen odunların da halı şeklinde geriye doğru birikmesi nedeniyle olduğu ifade edilebilir. Yüksek debilerde ise, akımın enerjisinin fazla olması nedeniyle halı gibi değil de sıkışık ve batık birikme durumu gözlemlenmiştir. Bu esnada bazı odunlar tabana doğru itilirken birikintiden kurtulup akımla harekete geçmiştir. Bunun sonucu olarak ta yüksek debilerde birikme oranı daha düşük olmuştur. Aynı zamanda odun birikme şekli de değişiklik göstermiştir. Diğer bir deyişle, düşük debilerde daha çok halı şeklinde birikinti oluşmuştur. Böylece Fr sayısının artmasıyla köprüde odun birikme oranı azalmıştır. GM'lerin sayısının artmasıyla odun yakalama oranının arttığı belirlenmiştir. 3 tane GM'nin odun tuzaklama oranı % 90'dan daha fazla elde edilmiştir. Köprüdeki yüksek odun birikme oranları tek mahmuzlu çalışmalarda elde edilmiştir. Şekil 4.2 (b)'de düşük debide özellikle 20 l/s 'de en yüksek birikme oluşmaktadır. Fr sayısı arttıkça köprüde birikme oranında azalma olmuştur. Hatta köprüde birikmenin sıfır olduğu durumlarda en yüksek Fr değeri elde edilmiştir. 3 sıra dizili mahmuzlarda köprüde en iyi sonuçlar elde edilmiştir. En kötü sonuçlar ise tek GM'li çalışmalarda elde edilmiştir. Şekil 4.2 (b)'de de en yüksek birikme oranı düşük debilerde oluşmaktadır. Mahmuz sayısındaki artış köprüde birikme oranının

azalmasına neden olmuştur. Şekil 4.2’de eğimin artışı köprüde odun birikmesinin 20 l/s için değiştirmemiş ancak diğer debiler için eğimin artmasıyla köprüde birikme azalmıştır. Dolayısıyla eğimin artışı ile SOM’lara gelen sürüklenme kuvveti artmış ve köprüde birikmenin azalmasına neden olmuştur. Yani köprüde birikmenin azalmasıyla Fr sayısında artış elde edilmiştir. Fr sayısının yüksek olduğu durumlar, gelen odunların köprüden geçmesine neden olmuştur. Ayrıca eğimin artmasıyla köprüde birikme oranları çoğunlukla birbirine yakın değerlerde olmuştur.

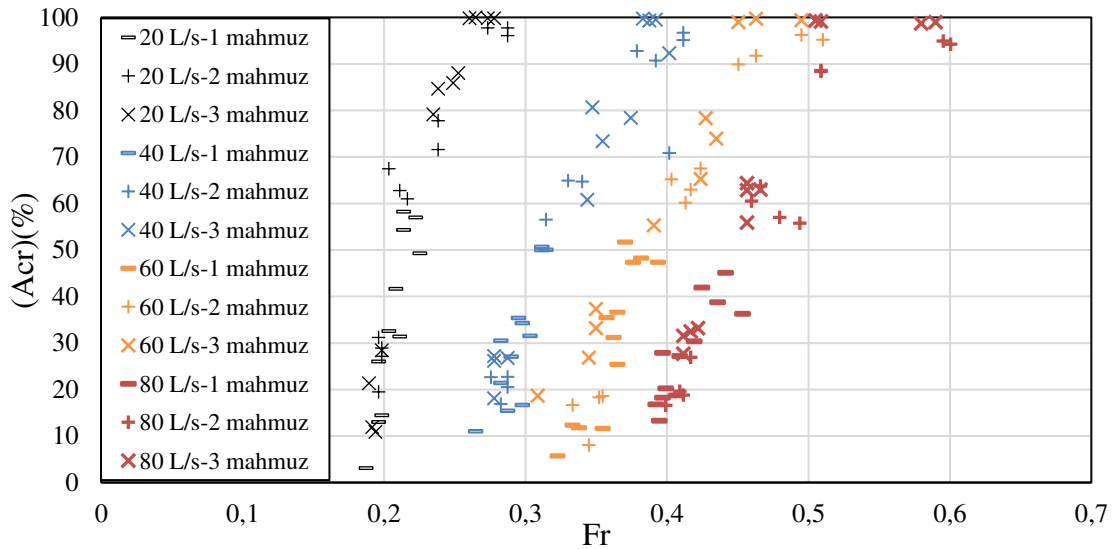




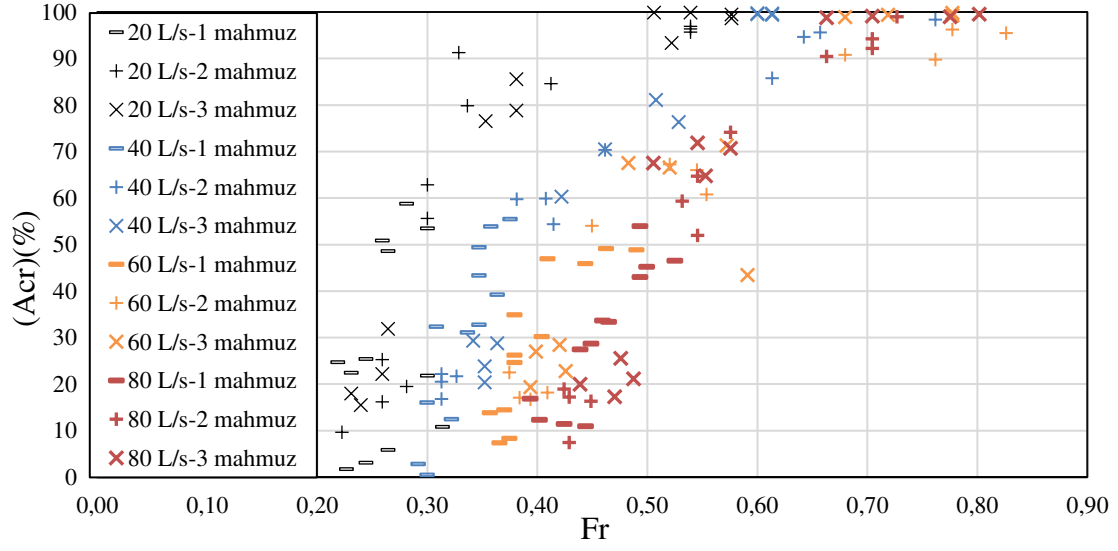
c) % 2 eğim

Şekil 4.2 : GM'nin sayısına göre köprüde odun birikme oranları.

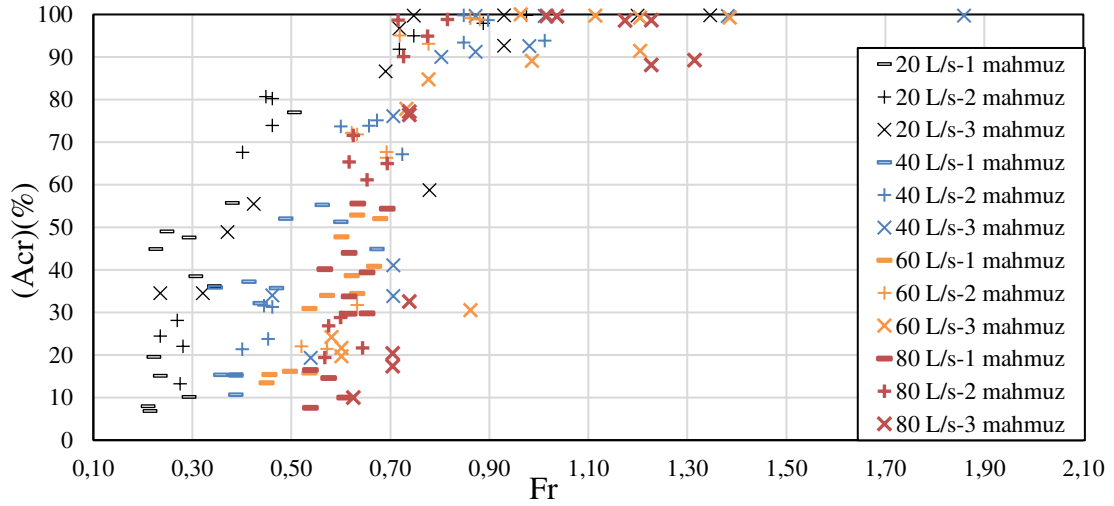
Şekil 4.3'de GM'lerin sayılarına göre yüzen odunları yakalama oranları ile Fr sayısı arasındaki ilişki araştırılmıştır. Bütün debilerde 3'lü GM'lerin en iyi şekilde odun yakaladığı sonucu elde edilmiştir. Tek GM'li çalışmalarda en düşük odun yakalama oranları elde edilmiştir. Eğim arttıkça GM'lerde odun yakalama oranları azalmıştır. Tüm eğimler için GM'lerde odunun yakalama oranının düşük olduğu sonuçlarda Fr sayısı da düşük elde edilmiştir. Bu durum, GM'lerin odun yakalayamadığı durumlarda köprüde birikmenin artması ve köprüde akım hızının yavaşlaması şeklinde açıklanabilir.



a) % 0.01 eğim



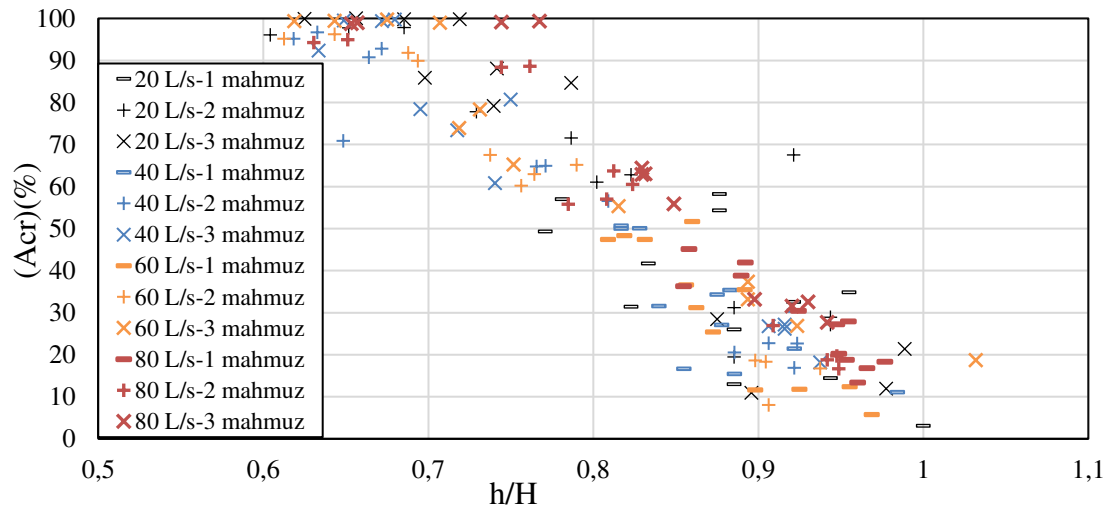
b) % 1 eğim



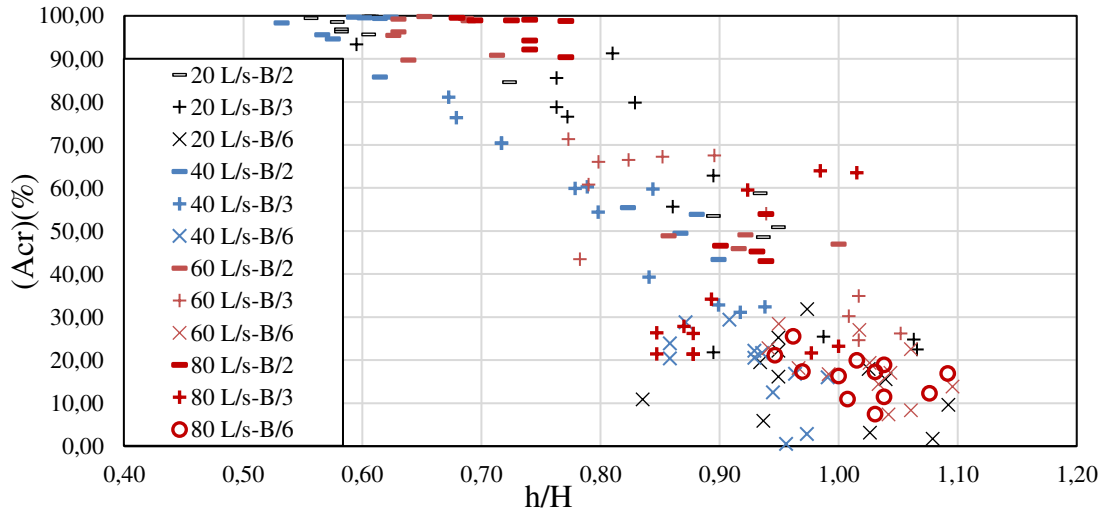
c) % 2 eğim

Şekil 4.3 : GM sayılarına göre GM’lerde birikme oranı.

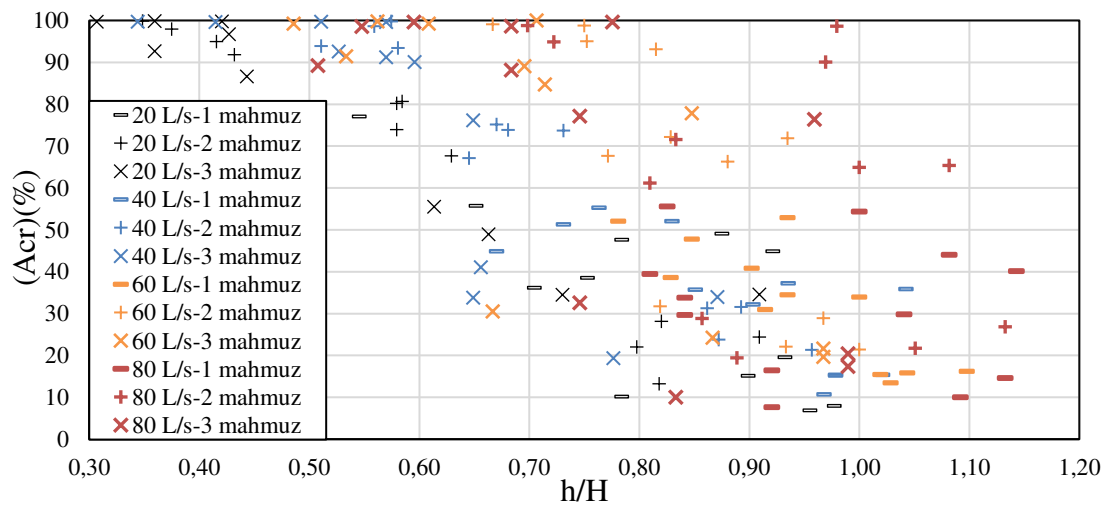
Şekil 4.4’de GM’lerde odun yakalama oranı ile köprüde su kabarması oranı değişimi araştırılmıştır. En yüksek su kabarmaları % 2 eğimli deneylerde elde edilmiştir. Ayrıca tüm eğimler için GM’lerde yakalama oranı ne kadar yüksek ise köprüde oluşan su kabarması o kadar düşük oranda oluşmuştur. GM’lerin sayısı arttıkça odun yakalama oranı da artmıştır. Şekil 4.4 (a ve b)’de su kabarması ile GM’lerde odun yakalama arasında toplu ve düzenli, (c)’de ise düzenli ama veriler dağınık bir dağılım oluşmuştur. Tüm kanal eğimleri için GM’lerin odun yakalama başarısının Fr sayısı ile doğrudan ilişkili olduğu görülmüştür.



a) % 0.01 eğim



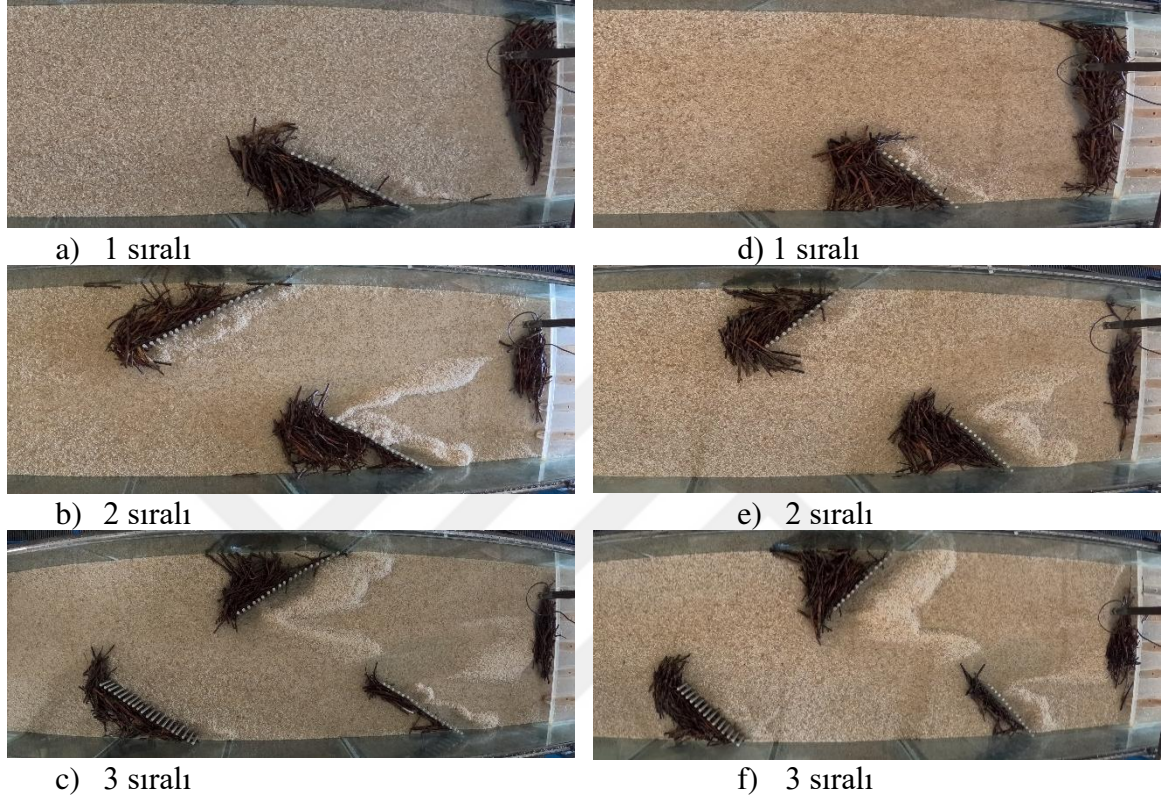
b) % 1 eğim



c) % 2 eğim

Şekil 4.4 : GM'lerde birikme oranının köprüdeki su kabarma oranına etkisi.

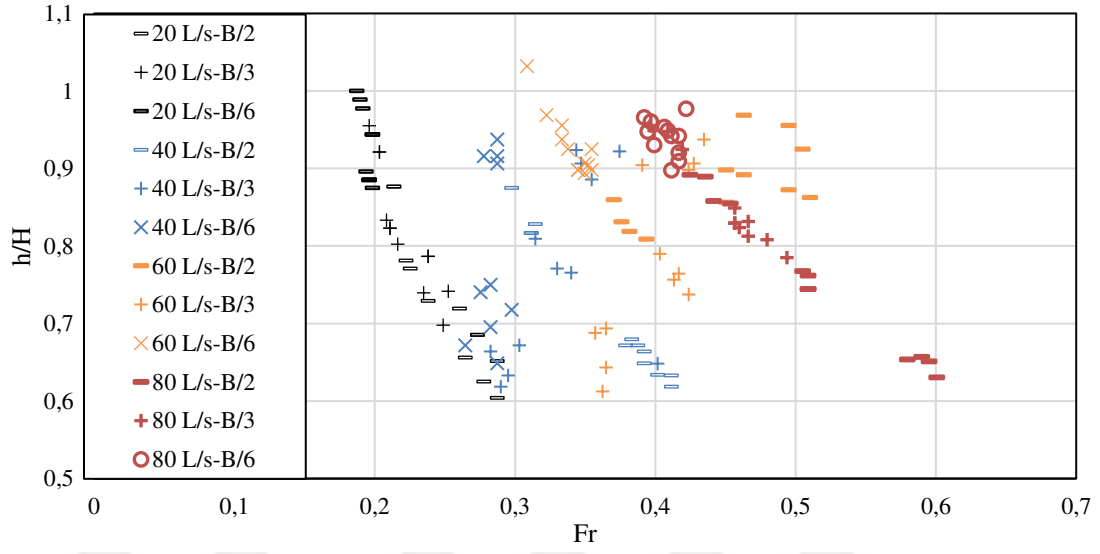
Şekil 4.5’de B/3 uzunluklu GM’lerin 80 l/s debi için odun yakalama ve oyulma şekilleri gösterilmiştir. GM’nin boyunun kısılması ile 3’lü GM’lerde bile köprüde birikme oluşmuştur. Yani GM’nin boyunun kısılması ile GM’lerde odun yakalama oranında da azalma eğilimi oluşmaktadır.



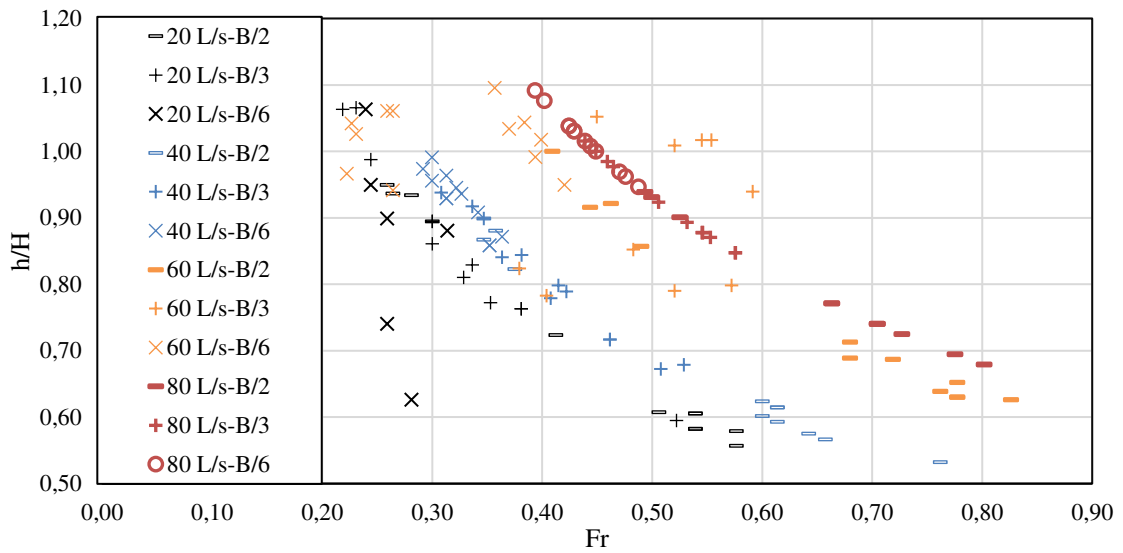
Şekil 4.5 : B/3 Uzunluklu GM deney görüntüleri

Şekil 4.6’da GM’lerin uzunluğunun etkisi ile köprüde oluşan kabarma ile Fr sayısı arasındaki ilişki araştırılmıştır. Tüm debi ve eğimlerde kabarma oranı ile Fr arasında ters bir orantı elde edilmiştir. Kabarma oranı azaldıkça Fr sayısında artış olmuştur. Kabarma oranı artıkça da Fr sayısında azalma oluşmaktadır. Ancak eğimin su kabarma oranı üzerine ciddi bir etkisi olmamıştır. Fakat en yüksek kabarma oranı ve yüksek Fr sayıları en yüksek eğimde elde edilmiştir. Şekil 4.6 (a ve b)’de 20 ile 80 l/s debilerde artış ve azalmanın düzenli olduğu ancak (c)’de ise 20 l/s için düzenli ve parabolik bir eğim olduğu ve 80 l/s için biraz dağınık bir değişim olduğu bulunmuştur. Bu da sürüklenme kuvvetinin az veya yüksek olduğunda malzeme hareketinin daha düzenli olabileceğini göstermektedir. Orta debilerde (40 ve 60 l/s) odun hareketinin daha düzensiz olduğu için verilerin de dağınıklık olduğu görülmektedir. Çalışmalarda eğimin artmasıyla kabarma oranında ciddi bir değişiklik olmazken, Fr sayısında artış elde edilmiştir. Debinin artmasıyla Fr sayısı ile kabarma oranı arasındaki ilişki

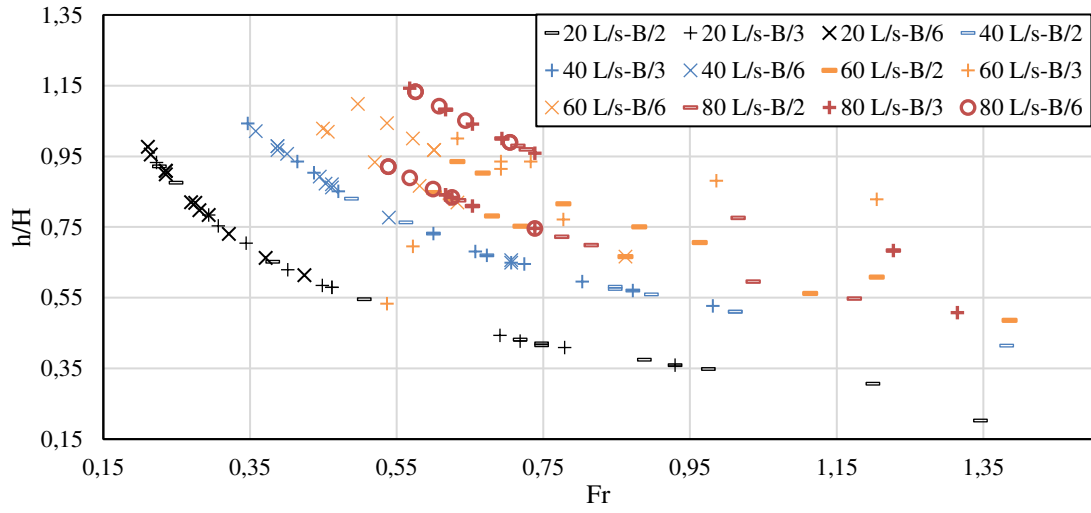
daha yatay bir şekil almıştır. Ayrıca eğimin artmasıyla bu yatay şekil daha da belirgin olmuştur.



a) % 0.01 eğim



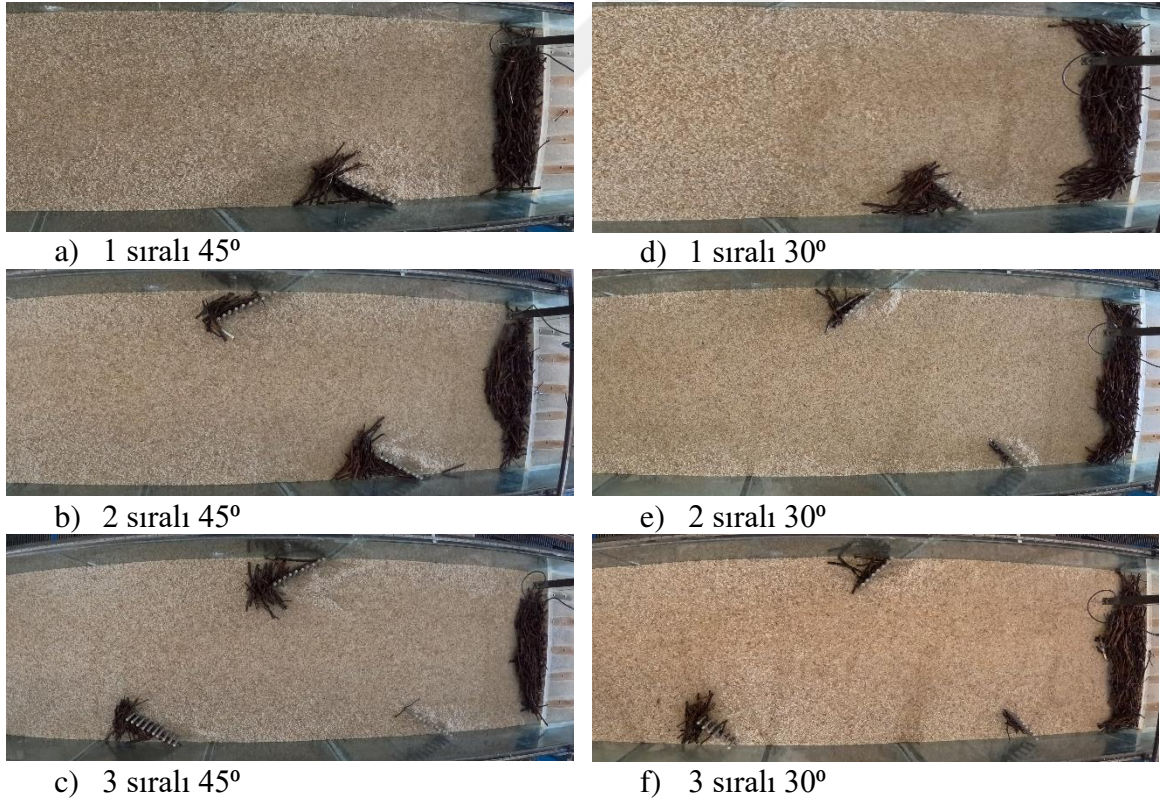
b) % 1 eğim



c) % 2 eğim

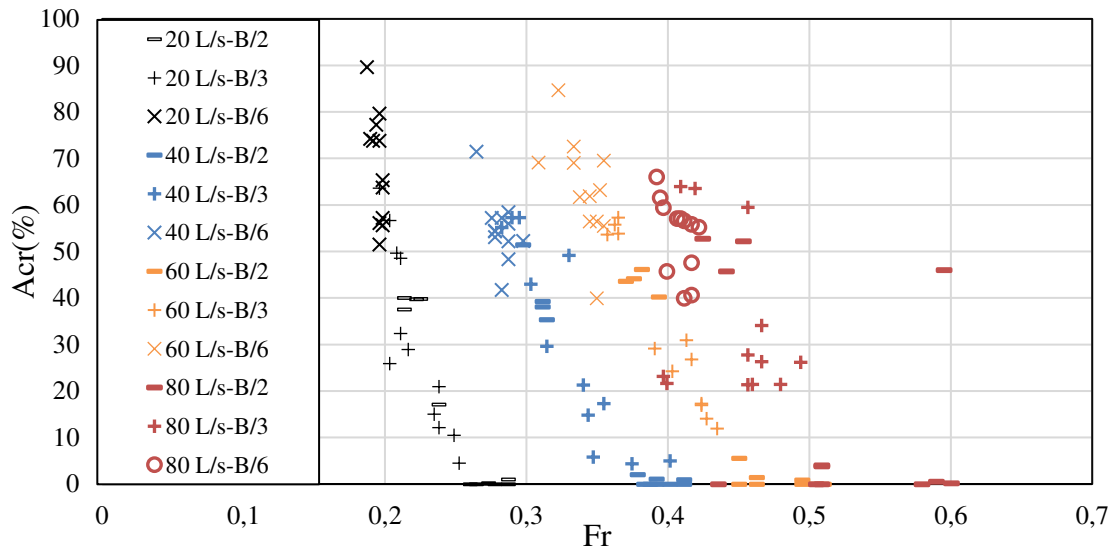
Şekil 4.6 : GM'nin boyunun köprüde oluşan akım derinliğinin değişimi

Şekil 4.7'de uzunlukları B/6 olan GM'lerin 80 l/s debi için odun yakalama görüntüleri verilmiştir. GM'nin boyu kısalırken tüm mahmuzlarda odun birikmesi çok az miktarda oluşmuştur. Dolayısıyla köprüde birikme oranları artmıştır. Ayrıca (a, b ve c) şekilleri 45° göstermekte ve (d, e ve f) şekilleri de 30° çalışmaları göstermektedir.

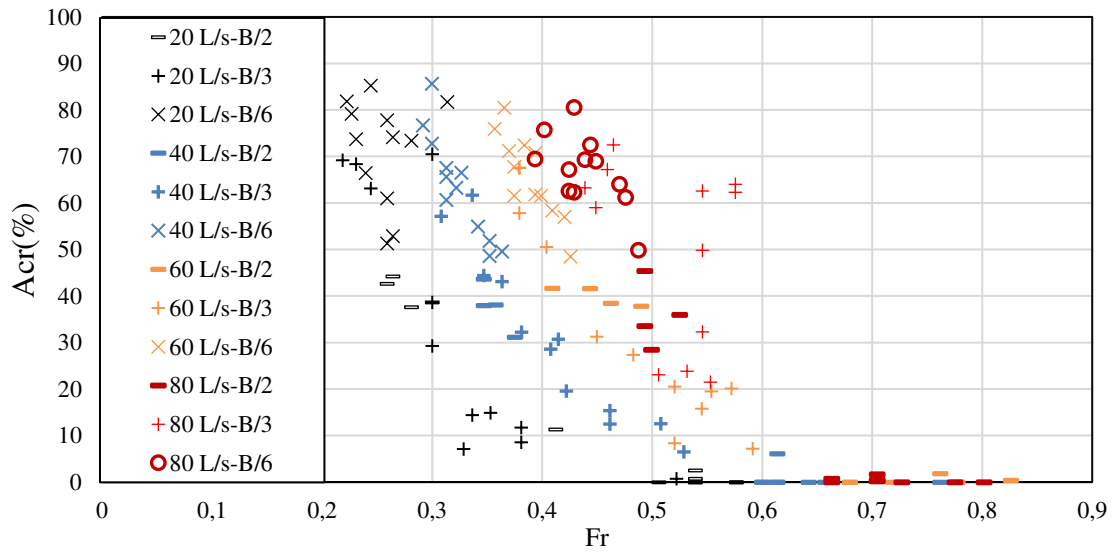


Şekil 4.7 : Uzunlukları B/6 olan GM'ler için deney görüntüleri

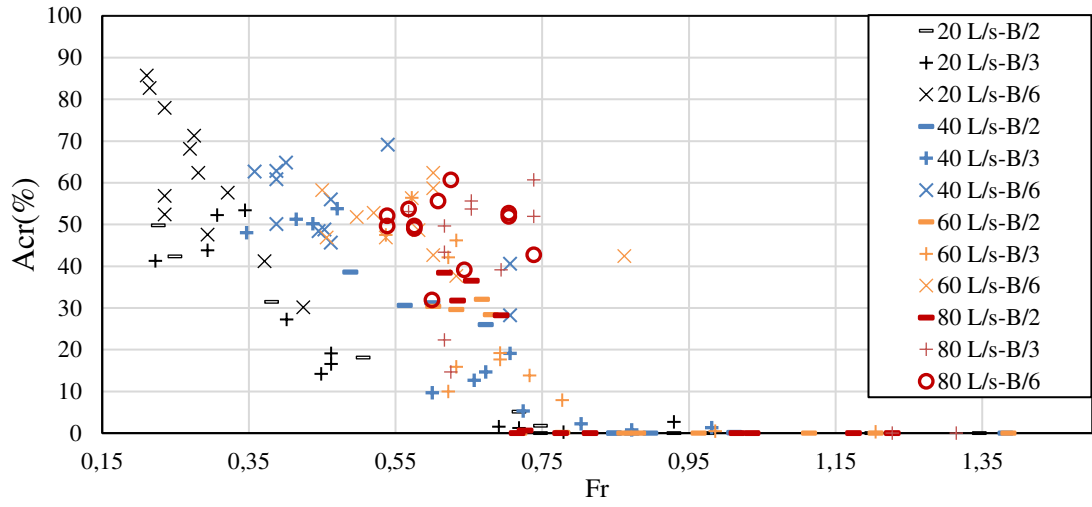
Şekil 4.8’de GM’lerin uzunluğuna göre köprüde odun birikme oranları verilmiştir. Üç kanal eğimi için de GM’lerin boyunun azalması köprüde odun birikme oranını artırmıştır. Köprüde birikme oranının artması neticesinde akım hızı ve Fr sayısı azalmıştır. Köprüde en yüksek birikme oranı 20 l/s debide oluşmuştur. Kanal eğimi %0.01’den %1’e artırıldığında köprüde birikme oranı da artmıştır. Ancak % 1’den % 2’ye eğim artışı köprüde birikme oranını azaltmıştır. Yüksek debilerde (60, 80 l/s), mahmuzların yakalama oranının düşmesi, deney esnasındaki izlenimler ile uyumludur. Yani, Fr sayısı arttıkça, odunun kanal boyunca hareket ettiği alan daralır ve sistemden çıkma eğilimi yükselir; bu da yakalama verimliliğini düşürür.



a) % 0.01 eğim



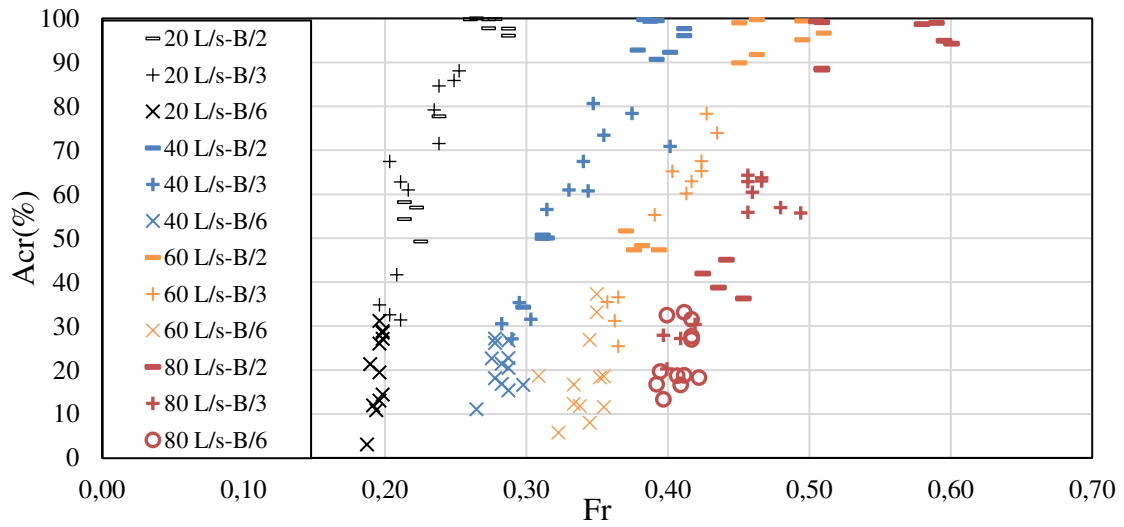
b) % 1 eğim



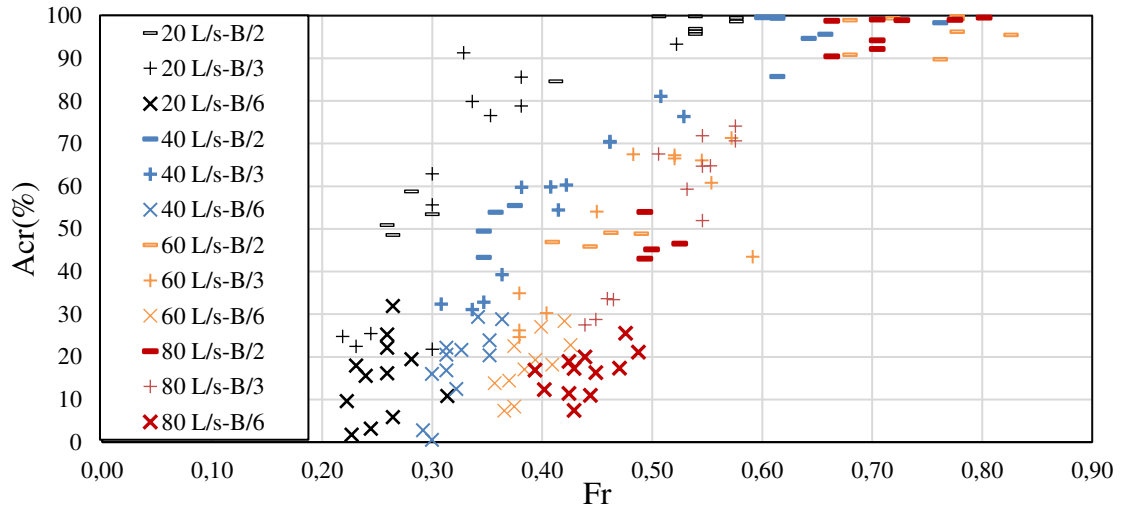
c) % 2 eğim

Şekil 4.8 : GM uzunluğuna göre köprüde odun birikme oranları

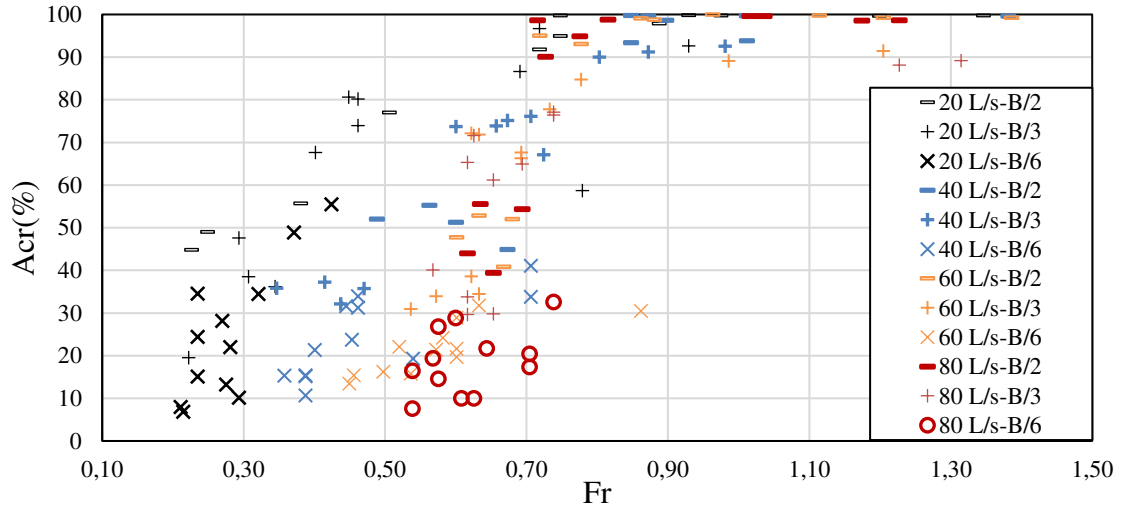
Şekil 4.9'da GM'lerin uzunluğunun odun yakalama oranlarına etkisi incelenmiştir. Tüm debi ve eğimler için B/2 GM uzunluğunda en yüksek odun yakalama oranları elde edilmiştir. Hatta bazı deneylerde bu oran %100'e ulaşmıştır. En düşük yakalama oranları B/6 uzunluğundaki GM'ler için elde edilmiştir. Böylece GM uzunluğunun odun yakalama oranı üzerinde önemli bir parametre olduğu anlaşılmıştır. GM'lerde yüksek odun yakalama olduğu durumlarda köprü kesitindeki Fr sayısında da artış olmuştur. Yüzen odunlar köprünün memba kısmında yer alan GM'lerde yakalandığı için akım kabarmış ve hız azalmıştır ancak GM'den sonra köprünün olduğu kısımda akım hızı tekrar artmıştır. Ayrıca düşük Fr sayıları için Acr oranları birbirine daha yakın iken Fr sayısı artarken bu yakınlık azalmıştır.



a) % 0.01 eğim



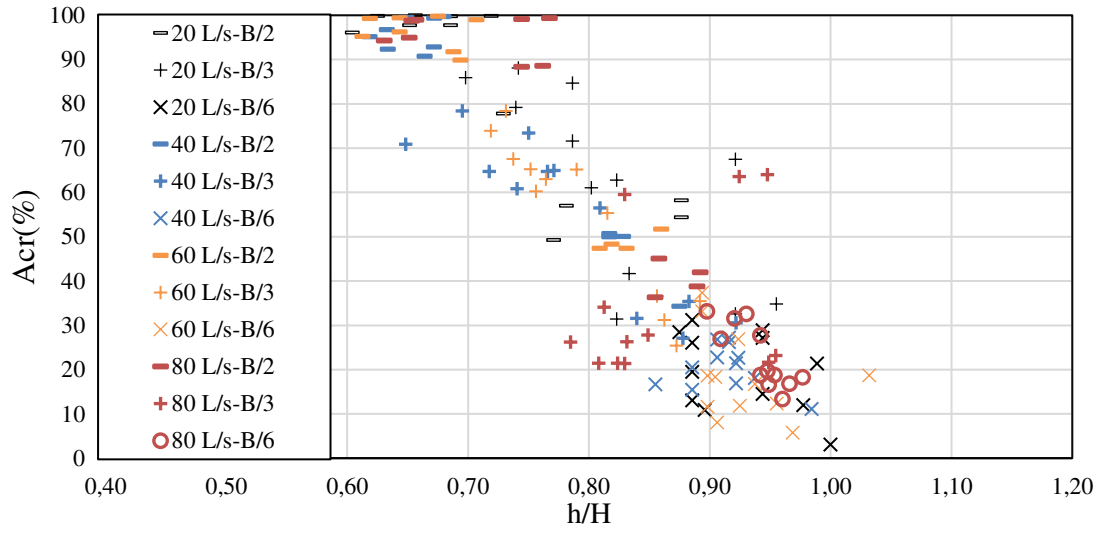
b) % 1 eğim



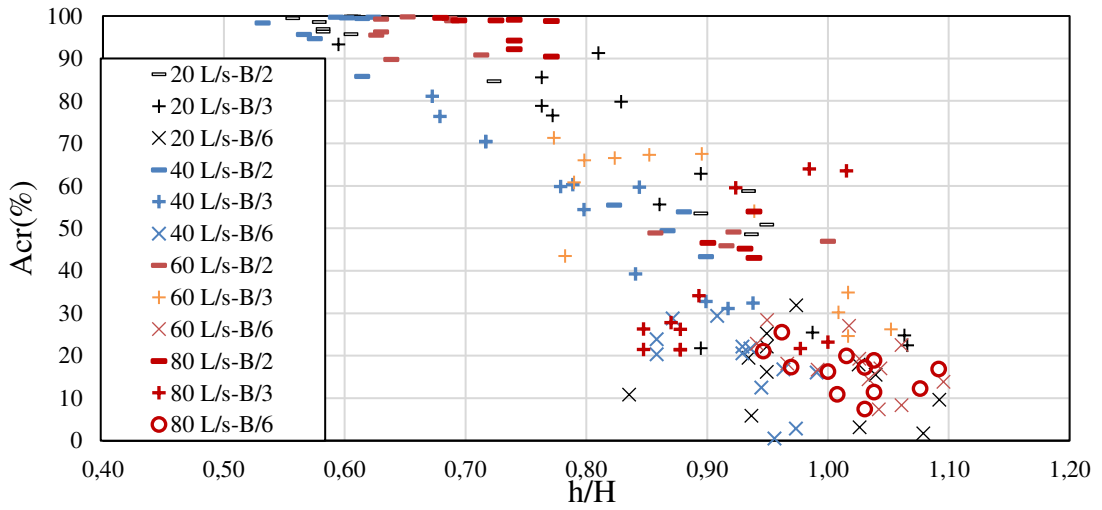
c) % 2 eğim

Şekil 4.9: GM uzunluğuna göre GM’de birikme oranları.

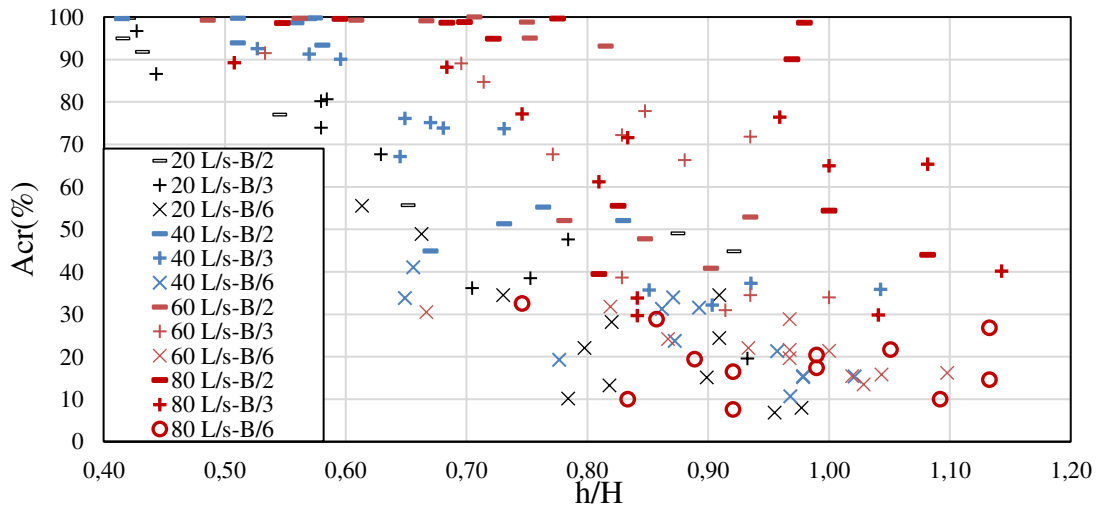
Şekil 4.10’da GM uzunluğuna göre GM’lere gelen odunları tutma verimi ile köprüde oluşan kabarma oranı arasındaki değişim araştırılmıştır. GM’lerin uzunluklarının köprüdeki kabarma ile ters bir orantı oluşturduğu şekillerden anlaşılmaktadır. Boyu uzun olan GM’ler en yüksek verimde odun tutmuş ve köprüde kabarmasının minimum oluşmasına neden olmuştur. Kısa olan GM’ler odunu çok az miktarda tuttıkları için kalan odunların çoğu köprüde birikmiş ve köprüde akım derinliği artmıştır.



a) % 0.01 eğim



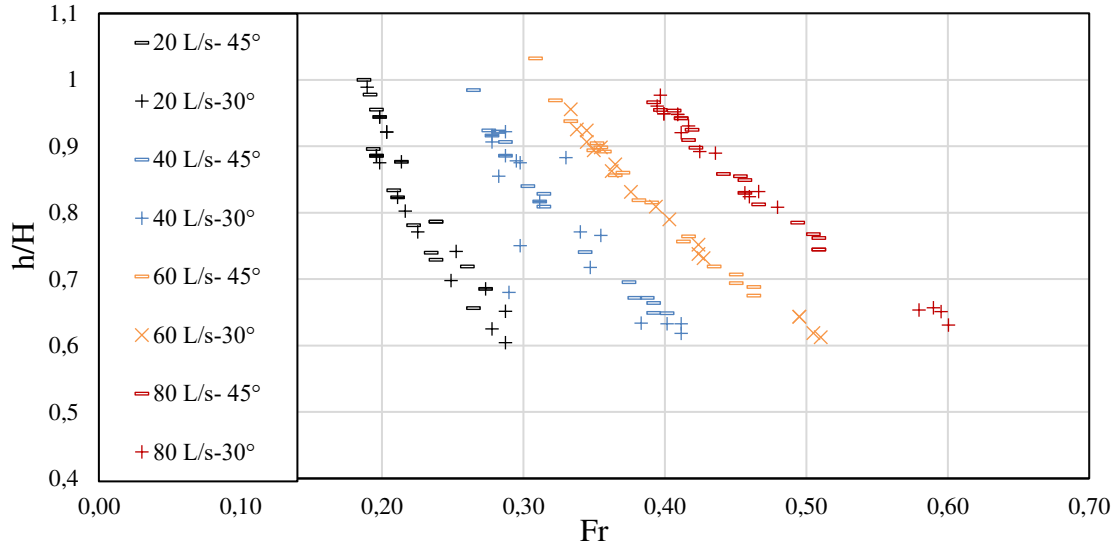
b) % 1 eğim



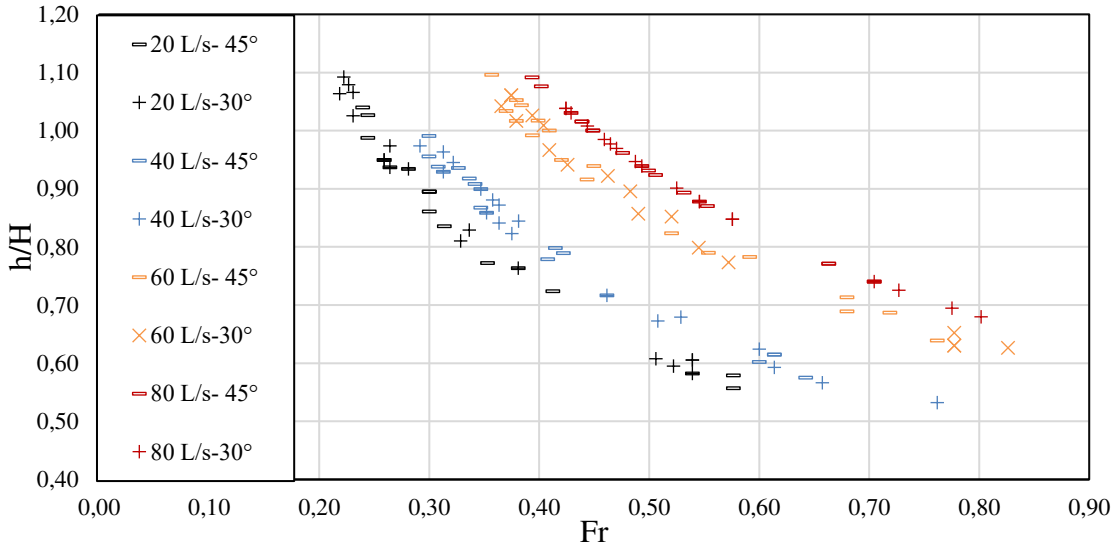
c) % 2 eğim

Şekil 4.10 : GM uzunluğuna göre odun birikme oranının köprüdeki kabarma oranına etkisi.

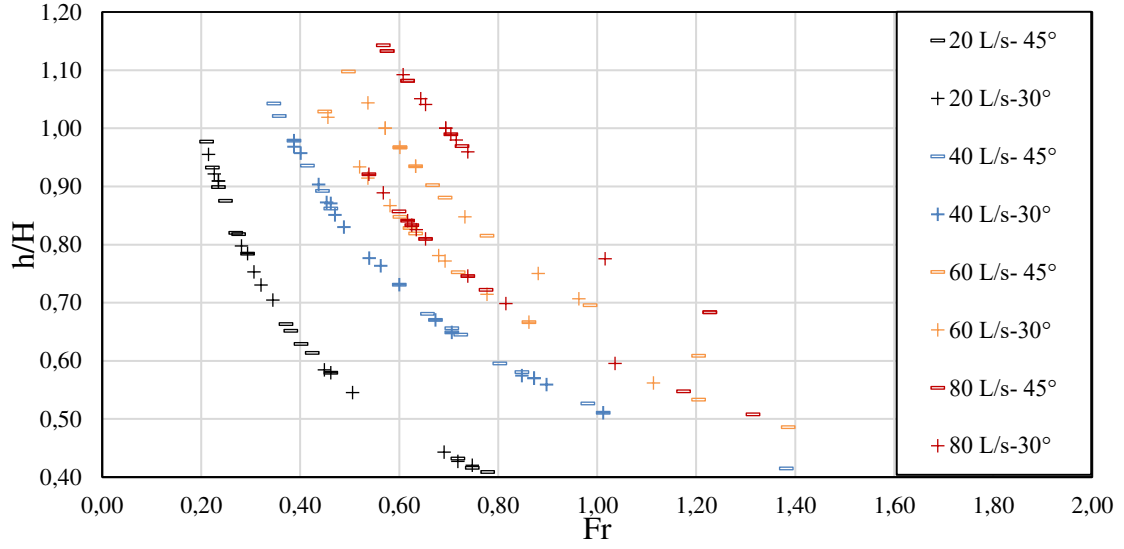
Şekil 4.11 'de GM'lerin kanal eksenine göre açılarının köprüde oluşturduğu kabarma oranları verilmiştir. Tüm debi ve eğimler için Fr sayısı artarken kabarma oranında azalma görülmüştür. Şekil 4.11 (a ve b)'de en yüksek kabarma oranı 20 l/s için (c)'de ise 80 l/s debi değeri için oluşmuştur. Ayrıca eğimin artmasıyla verilerin dağılımı daha fazla parabolik şekle benzer olarak değişmiştir. Şekil 4.11 (c)'de debinin artmasıyla kabarma oranı da artış göstermiştir.



a) % 0.01 eğim



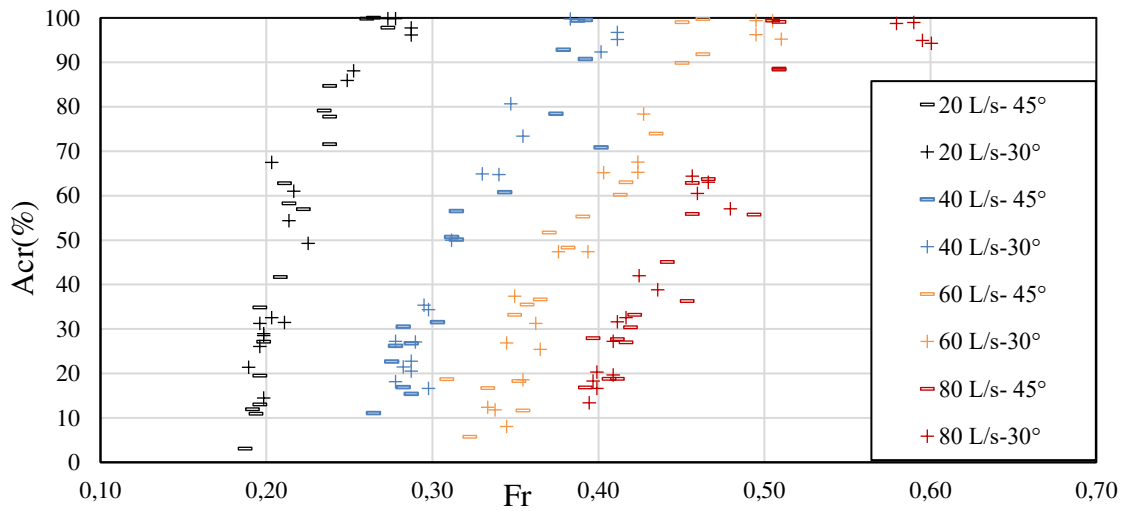
b) % 1 eğim



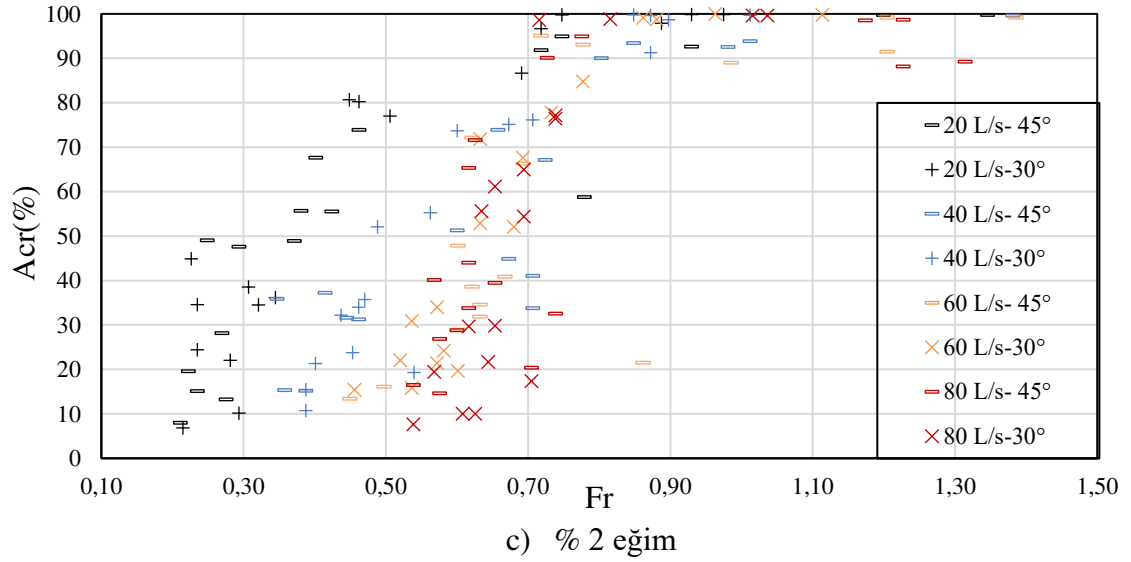
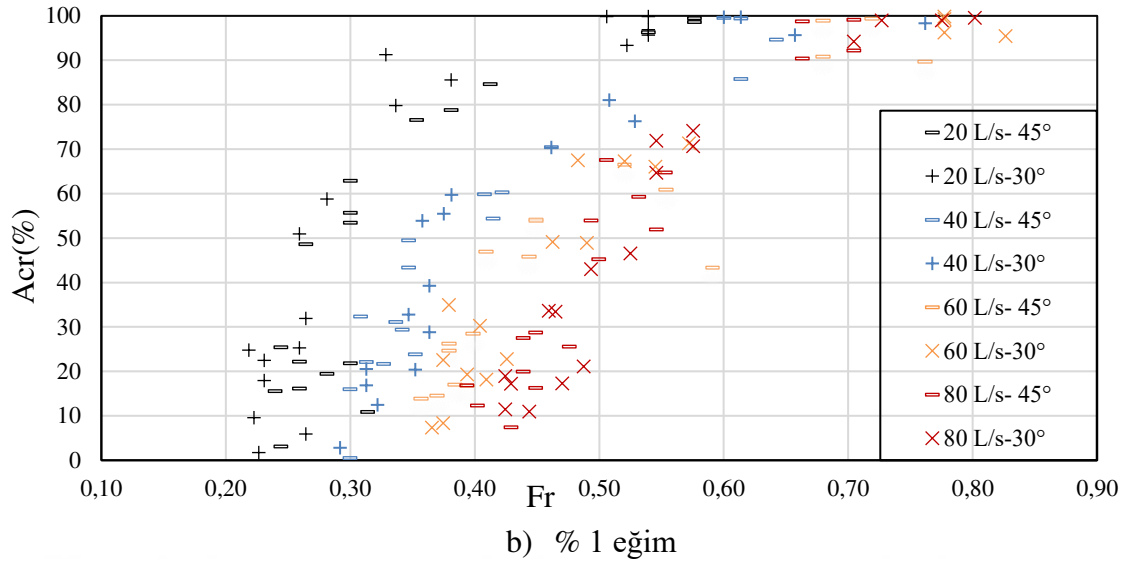
c) % 2 eğim

Şekil 4.11 : GM açısına göre köprüdeki akım derinliğinin değişimi.

Şekil 4.12’de GM açılarının GM’lerde odun biriktirme oranına etkisi irdelenmiştir. Bütün debi ve eğim değerleri için GM Acr ile Fr sayısı arasında doğrusal bir değişim oluşmuştur. Açılarının sonuçlarda önemli bir farklılık oluşturmamakla birlikte 45° açılı olan GM’lerin Fr sayıları 45° açısı için daha yüksek değerlerdedir.

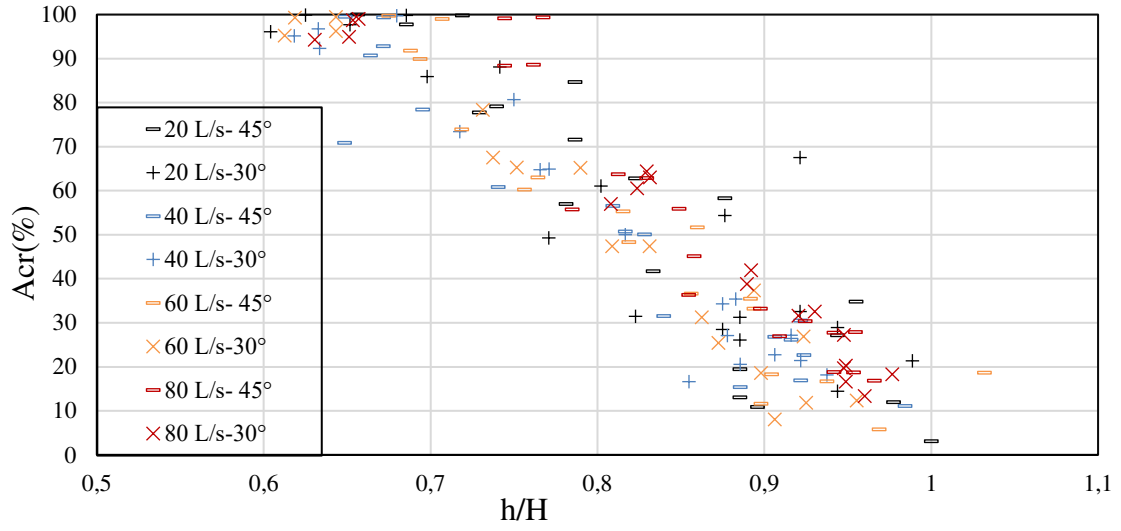


a) % 0.01 eğim

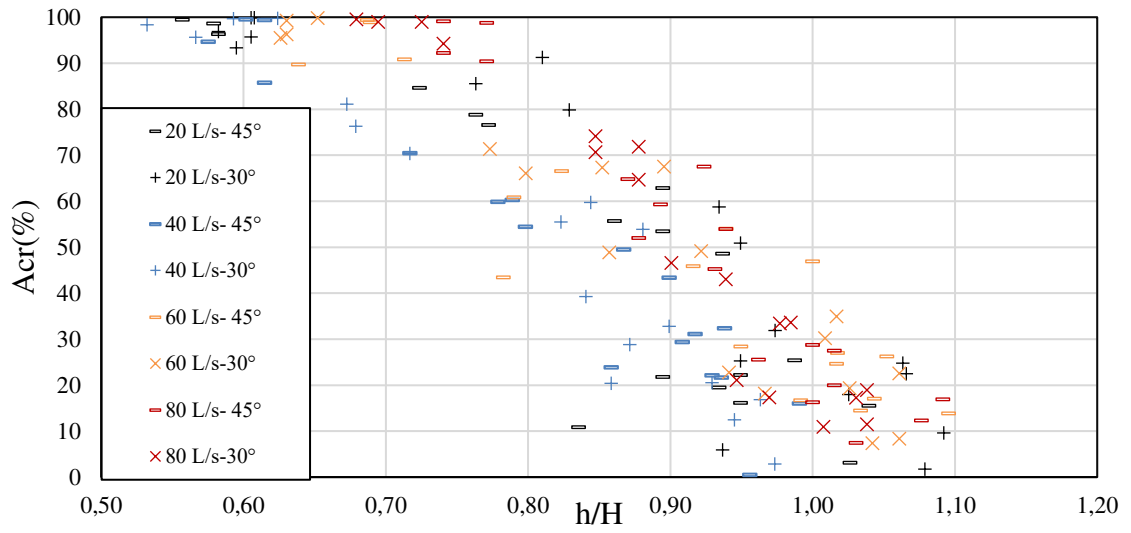


Şekil 4.12 : GM açısına göre SOM birikme oranları.

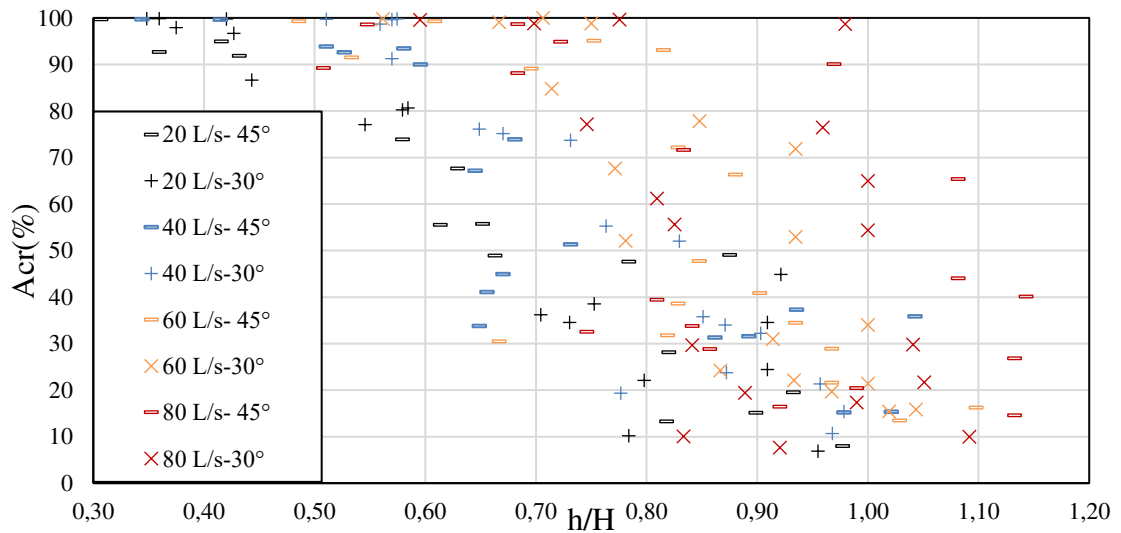
Şekil 4.13’de GM açılarına göre odun yakalama verimleri karşılaştırılmıştır. Tüm eğim ve debiler için yakalama oranıyla kabarma oranı arasında ters bir orantı oluşmuştur. GM’lerde odun birikmesi membada suyun kabarmasına sebep olurken köprüde kabarma olmadan akış meydana gelmektedir. Şekil 4.13 (a ve b)’de veriler düzenli bir dağılım oluştururken, (c)’de dağınık olmuştur. Her iki açı arasında odun yakalama üzerine ciddi bir fark oluşmamıştır. GM’lerde Acr oranının % 90’ın üstünde olduğu veriler daha çok 45° açılı deneyler için elde edilmiştir.



a) % 0.01 eğim



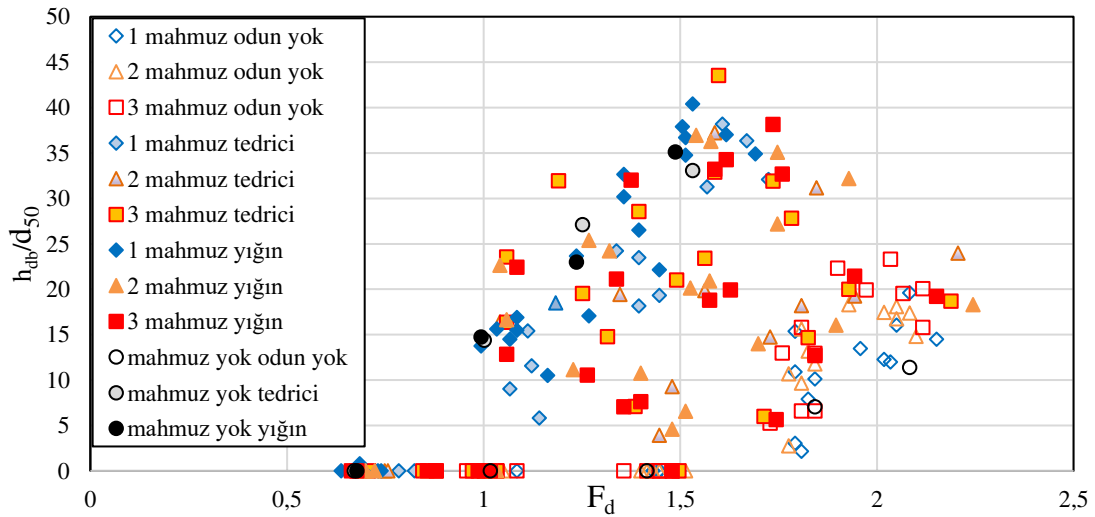
b) %1 eğim



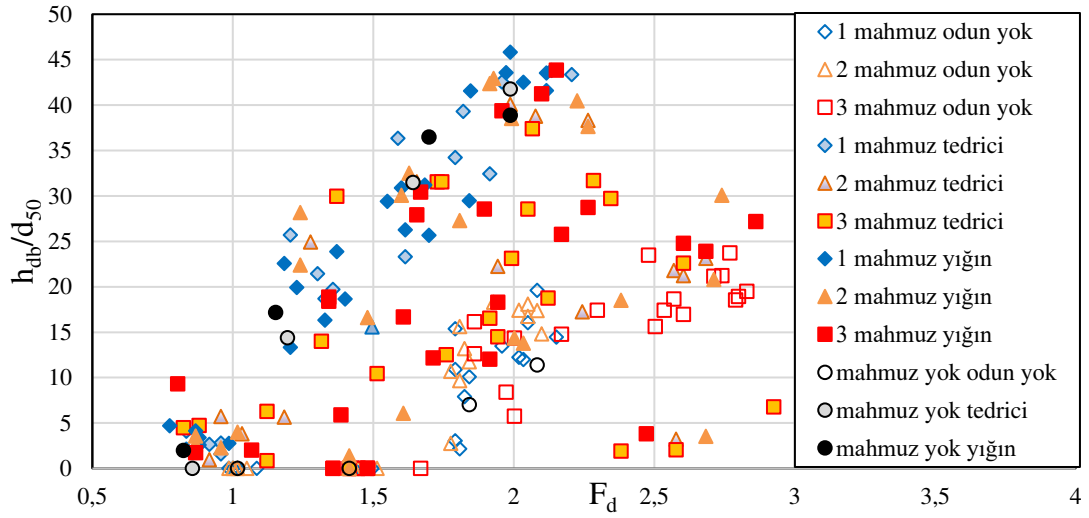
c) % 2 eğim

Şekil 4.13 : Köprü membasındaki kabarma oranı ile GM'lerde birikme oranı arasındaki ilişki.

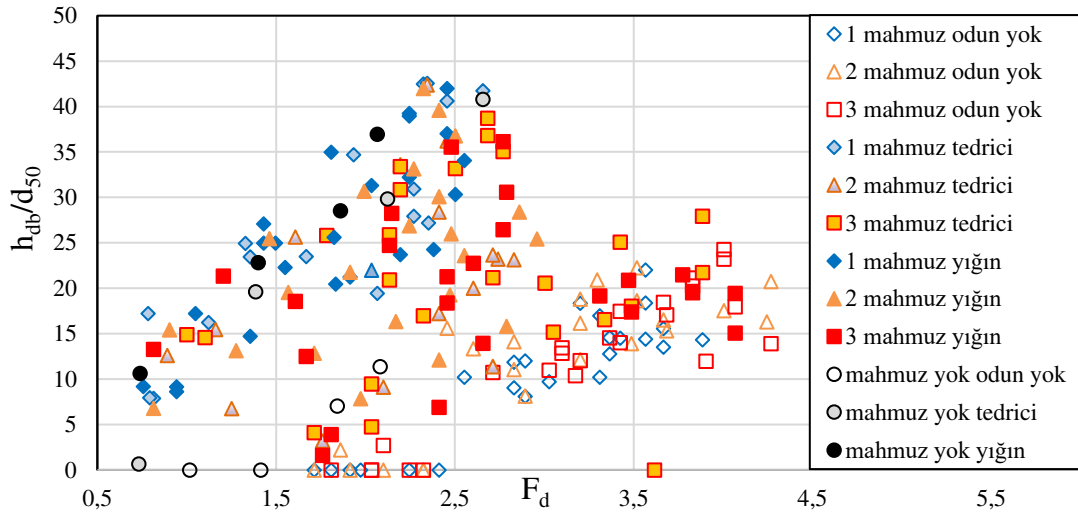
Şekil 4.14'te köprü ayaklarında oluşan oyulma oranı ile F_d arasındaki ilişki araştırılmıştır. Şekil 4.14 (a)'da oyulma oranının sıfır olduğu değerler, 20 ve 40 l/s debileri için elde edilmiştir. Çalışmada kullanılan tedrici odun akışı, yığına göre genellikle daha az oyulmaya neden olmuştur. F_d artıkça oyulmada artış olmuş, bununla birlikte GM sayısındaki artış oyulmayı azaltmıştır. En az oyulma sonuçları 3'lü GM'ler için elde etmiştir. Grafikte 3'lü GM'lerin yüksek değerleri GM uzunluğunun B/6 olduğu, düşük değerleri ise B/2 olduğu çalışmalara aittir. Şekil 4.14 (b)'de sıfır oyulma değerleri 20 l/s debiler için elde edilmiştir. En iyi sonuçlar 3'lü ve 2'li GM'lerin olduğu çalışmalardan elde edilmiştir. Ayrıca F_d sayısının 2 değerine kadar oyulma oranında artış olurken, 2'den sonra tekrar oyulma oranında azalma olmuştur. Şekil 4.14 (c)'de oyulma oranının sıfır olduğu çalışmalar odun olmayan ve debisi 20 l/s olan çalışmalardır. GM'lerin sayısının artmasıyla oyulma oranında azalma olmuştur. GM bulunan deneylerde en yüksek F_d değerleri tekli GM'lerde, en düşük F_d değerleri ise 3'lü GM'lerde oluşmuştur. Şekil 4.14'de eğimin artmasıyla maksimum oyulma oranında ciddi bir fark oluşmamıştır. Tüm eğimlerde yapılan tekli GM için yığın ve tedrici odun akışı için düşük F_d sayısı ve yüksek oyulma oranı elde edilmiştir. Bu oranlar GM olmayan yığın ve tedrici odunlu çalışmalara yakın değerlerde olmuştur.



a) % 0.01 eğim



b) % 1 eğim

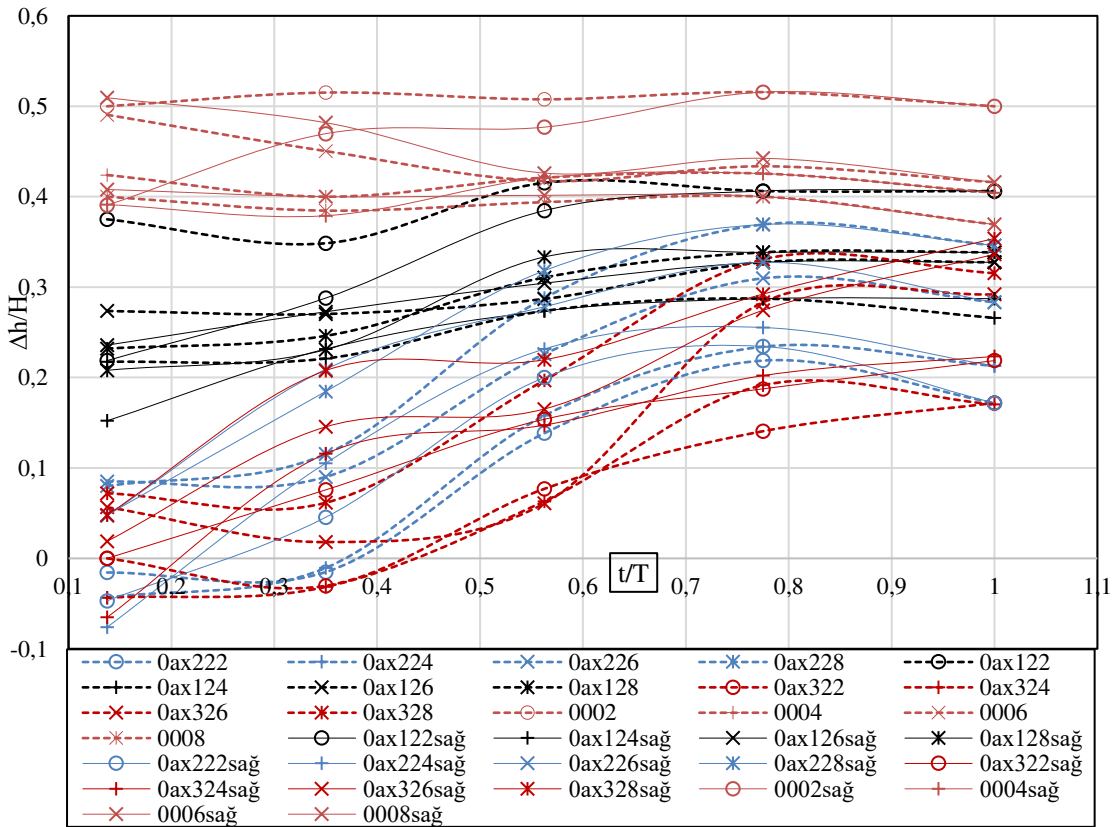


c) % 2 eğim

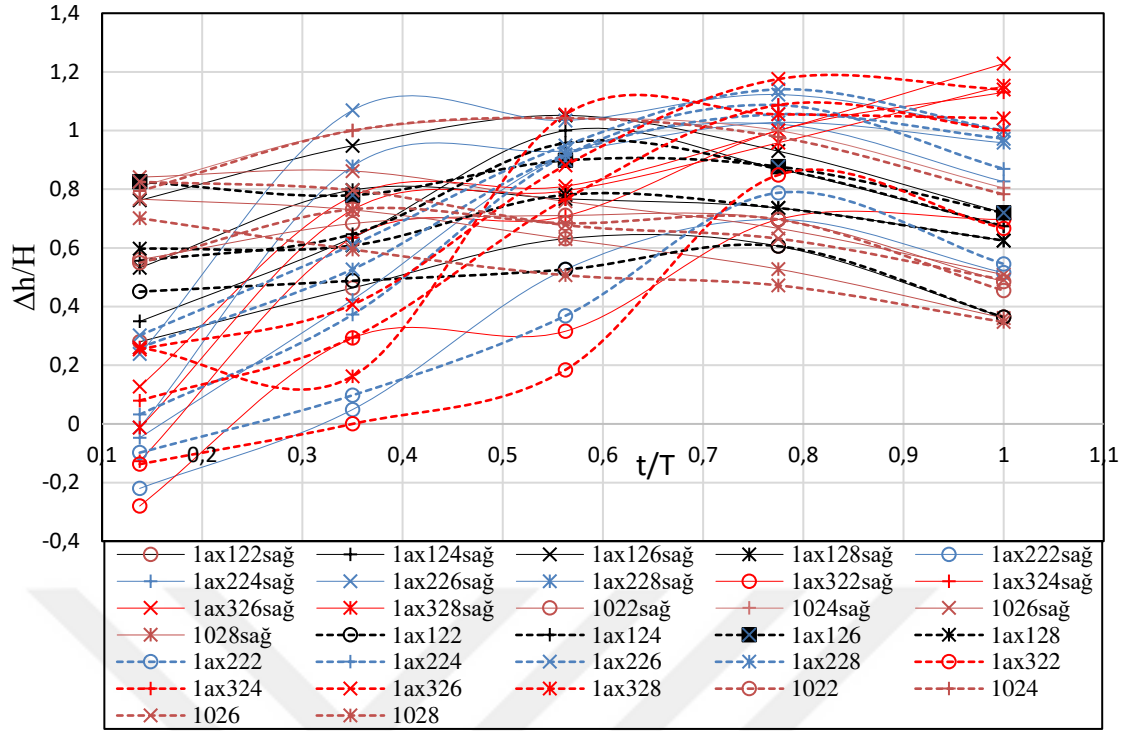
Şekil 4.14 : Köprü ayağında oluşan oyulma oranları.

Şekil 4.15’de kanal boyunca akım derinliğinde oluşan değişimler üç kanal eğimi için verilmiştir. Şekil 4.15 (a)’da su seviyesindeki maksimum kabarma GM olmayan deneylerde elde edilmiştir. Ayrıca membaya doğru GM’siz deneylerde hafif bir azalma oluşmaktadır. GM’li çalışmalarda köprü ayağında kabarma oluşmadığı gibi su seviyesi azalmıştır. 0ax2 kodlu deneylerde kabarma oranı t/T 0.35 olduğunda kabarmada artış başlarken, 0ax3 kodlu deneylerde t/T ’nin 0.55 değerine kadar önemli bir kabarma oluşmamaktadır. Bu bulgu, 3’lü GM’lerde kabarmanın daha fazla memba kısmında oluştuğunu göstermektedir. Ayrıca mahmuzlu deneylerde kabarma oranı sağ sahilde daha kısa mesafede oluşmaktadır. Çünkü ilk mahmuz yeri sağ sahilde ve t/T ’nin 0.24 olduğu kısma denk gelmektedir. Sağ ve sol

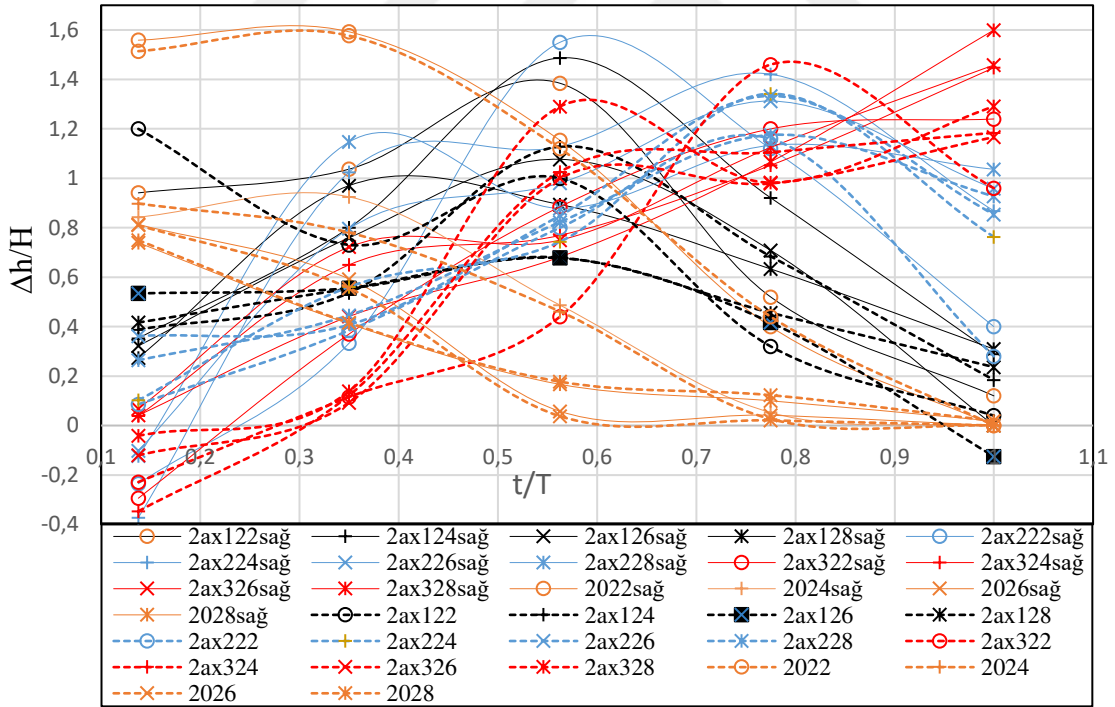
sahilde oluşan kabarma oranlarının arasında fark oluşması t/T 'nin 0.24 olduktan sonra açık bir şekilde fark edilmektedir. Çünkü ilk GM'nin başladığı kısımdan sonra sağ ve sol sahillerdeki su seviyesindeki kabarma oranı arasında farklılık oluşmuştur. Şekil 4.15 (b)'de GM'siz deneylerde maksimum kabarma oranı köprü membasında oluşmaktadır. Membaya doğru kabarma oranında azalma oluşmaktadır. Ayrıca bu eğimdeki deneylerde de en iyi kabarma oranları 1ax3'de ve daha sonra 1ax2 deneylerinde elde edilmiştir. 1ax3 deneylerinin sağ sahildeki kabarma oranları t/T 'nin 0.35 olduğu değere kadar artmış, daha sonra t/T 'nin 0.6 olduğu değere kadar dengede kalmış ve kalan kısımda da sürekli bir artış meydana gelmiştir. Sol sahildeki kabarma oranlarında ise maksimum kabarma oranına kadar artış ve daha sonra azalma oluşmuştur. Şekil 4.15, 4.16 ve 4.17'de sağ ve sol sahil akım kabarmalarına ait seviyeler eğriler ile gösterilmiş ancak sade bir görünüm sunmak amacıyla sadece sağ sahile ait değerler isimlendirilmiştir (0ax122sağ gibi, yani 0ax122: sol sahile ait değerleri gösterir).



a) % 0.01 eğim



b) % 1 eğim



c) % 2 eğim

Şekil 4.15 : Kanal boyunca akım kabarma oranları.

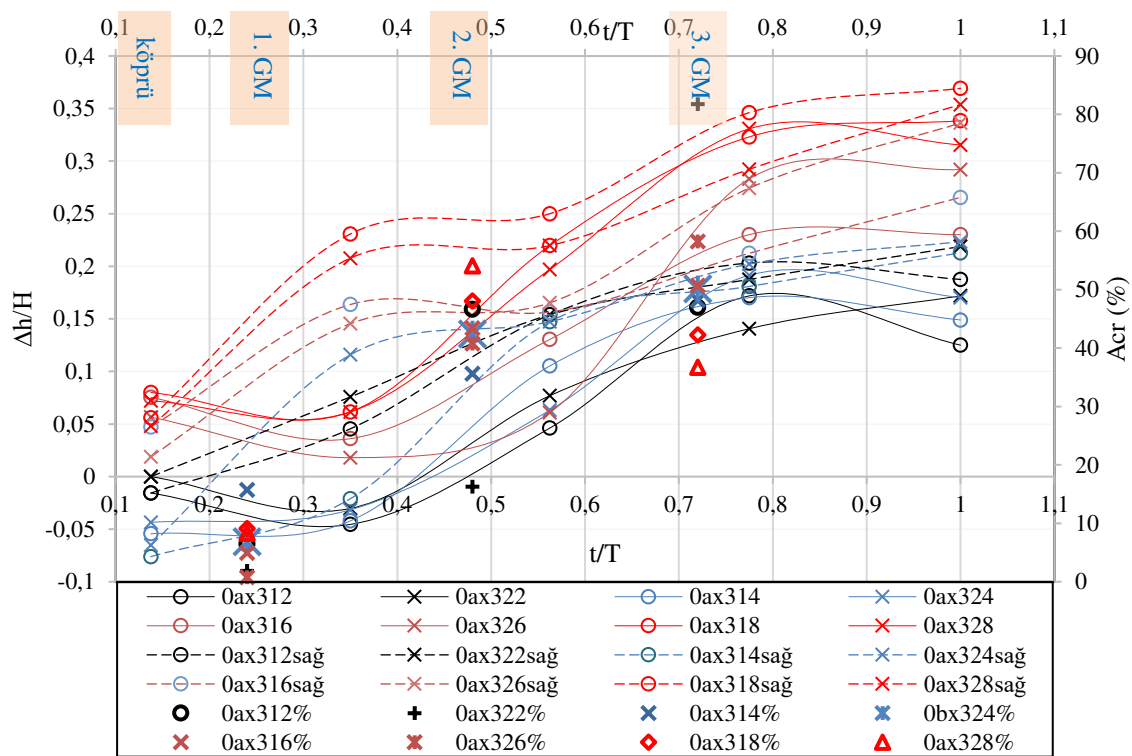
Şekil 4.15 (c)'de görüleceği üzere GM'siz çalışmalarda kabarma oranı membaya doğru azalmaktadır. Maksimum kabarma oranı da GM'siz ve 20 l/s debide oluşmaktadır. Bu debi için köprü ayaklarında biriken odun miktarı diğer debilere göre daha fazla elde edilmiştir. Ayrıca odunsu malzemeye etkiyen sürüklenme kuvveti diğer debilere göre az olduğu için

odunlar su yüzeyinde halı gibi dağılmıştır. Bu durum su kabarma oranının membaya doğru daha fazla yayılmasına neden olmaktadır. Bu eğim için köprü önünde en az kabarma oranı $2ax3$ 'de ve $2ax2$ 'de oluşmuştur. $2ax3$ deneylerinin 3 debisi (40, 60 ve 80 l/s) için sol sahildeki maksimum kabarma oranı t/T 'nin 0.58 noktasında meydana gelmekte, 20 l/s için ise t/T 'nin 0.78 değerinde oluşmaktadır. Ayrıca maksimum kabarma oranından sonra dengeli bir azalma elde edilmiştir. $2bx3$ deneylerinin kabarma oranı daha çok membada oluşmuşken, $2ax2$ 'de ise köprü membasına daha yakın oluşmaktadır.

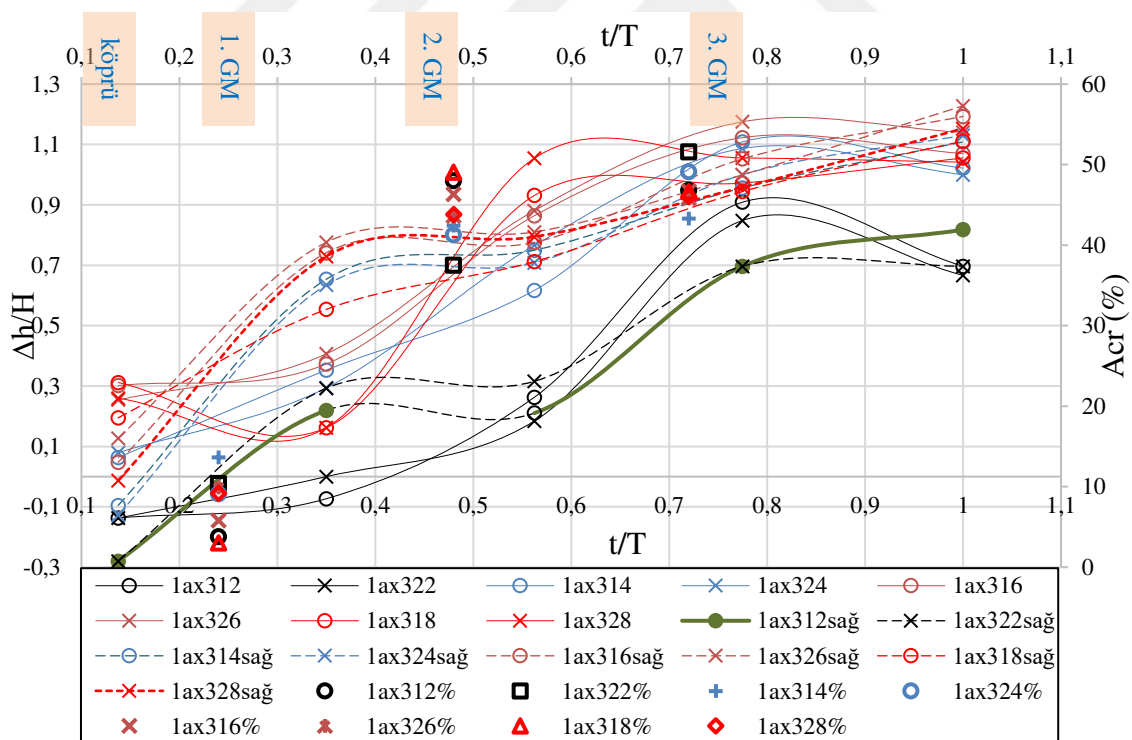
Şekil 4.15'deki üç eğim için yapılan deneylerde su kabarma oranı eğim arttıkça artış göstermektedir. Ayrıca eğimin artmasıyla türbülans etkisi de artmaktadır. Tüm eğimler için en iyi sonuçlar $ax3$ ve $ax2$ deneylerinde elde edilmiştir. Çünkü bu deneylerde odun malzemesi yakalama oranı en fazla membadaki GM'lerde olmuştur. Bundan dolayı köprü membasında kabarma oranı en düşük seviyelerde elde edilmiştir. Sağ ve sol sahildeki kabarma oranlarını farklı olmasının sebebi GM yerlerine göre farklılık göstermesidir.

Şekil 4.16'da 3'lü GM'lerin kanal boyunca sağ ve sol sahildeki su kabarma oranının değişimi verilmiştir. Ayrıca bu değişime göre GM'lerde birikme oranı da aynı grafik üzerinde verilmiştir. Şekil 4.16 (a)'da 1. GM'den sonra sol sahilde su seviyesindeki oranı önce azalmış daha sonra 3. GM'ye kadar artış oluşmuştur. 3.GM'den sonra maksimum su kabarması meydana gelmiştir. Sağ sahilde tedrici olan deneylerde su kabarma oranı daha yüksek ve sol sahilde ise yığın deneylerinde su kabarması daha yüksek olmuştur. 40 l/s debi değeri için köprü membasında en az kabarma oluşmuştur. 1. GM'de birikme oranı en yüksek iken köprü membasında su kabarma oranı en az olmuştur. Ayrıca odun birikme oranlarında 3.GM'de yüksek birikme elde edilen deneyde 2. GM'de azalma meydana gelmiştir. Yani iki GM arasında doğru orantı oluşmuştur.

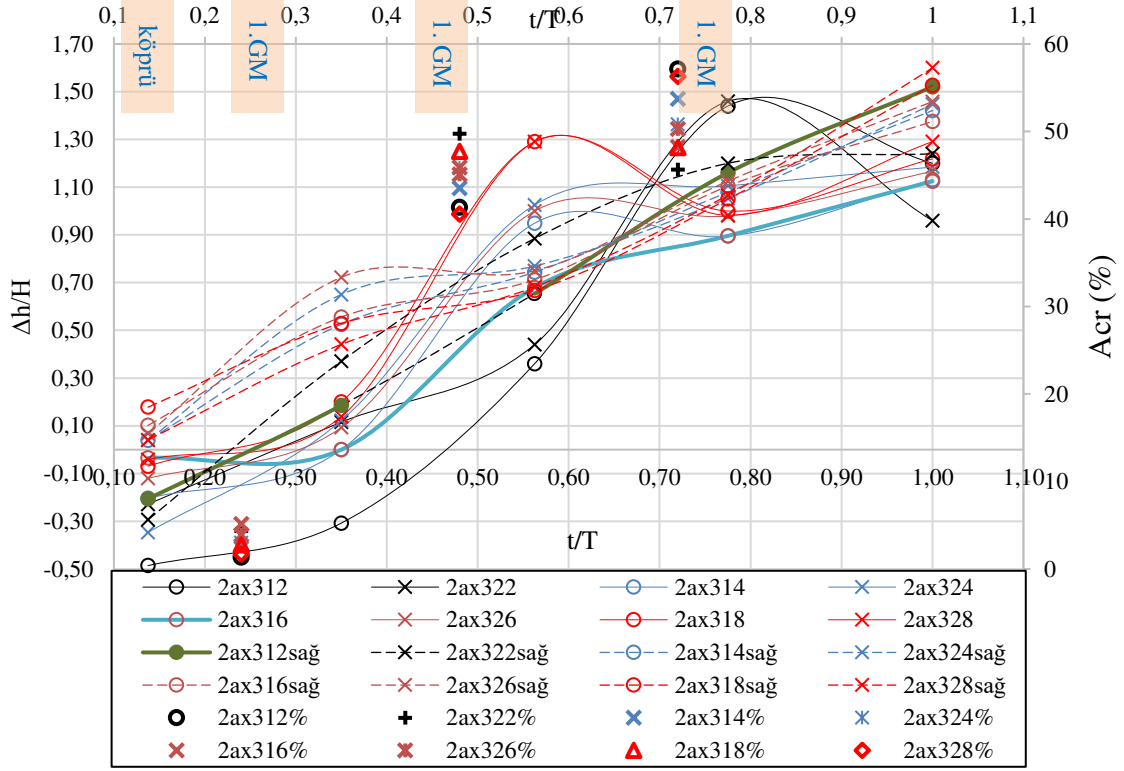
Şekil 4.16 (b)'deki su kabarma oranlarında t/T 'nin 0,35 olduğu değere kadar sol sahilde azalma sağda ise artış oluşmaktadır. Tedrici ve yığın odun akışı arasında su kabarma oranı açısından önemli bir fark oluşmamaktadır. GM'lerde odun birikme oranlarında 3. GM'de en yüksek birikmeler yığın olan çalışmalarda görülmektedir. Tedrici çalışmalarda ise 2. GM'de daha fazla birikme elde edilmiştir. Şekil 4.16 ve 4.17' iki adet düşey eksen ile grafik oluşturulmuştur. Soldaki düşey eksen akım kabarma oranlarını göstermektedir ve her bir deney dizisi için sağ ve sol sahil değerleri mevcuttur. Sağdaki eksen ise SOM birikme oranlarını göstermektedir. Göstergede anlaşılır olması için Acr oranlarını göstermek üzere deney adlarının yanına % işareti konulmuştur (0ax322% gibi).



a) % 0.01eğim



b) % 1 eğim



c) % 2 eğim

Şekil 4.16 : 3'lü GM'nin su kabarma oranı ve GM'lerde birikme oranı.

Şekil 4.16 (c)'de ise sağ sahilde kabarma oranlarının maksimum seviyesi memba kısmında oluşmaktadır. Sol sahilde maksimum kabarma oranı t/T nin 0.54 değerinde oluşmuştur. 3. GM'de birikme oranı en fazla 20 l/s debide elde edilmiştir. Ayrıca SOM'ların % 90'dan fazlası 2. ve 3. GM'lerde birikmiştir. Bu durum kabarma oranının memba kısmında oluşmasına neden olmaktadır.

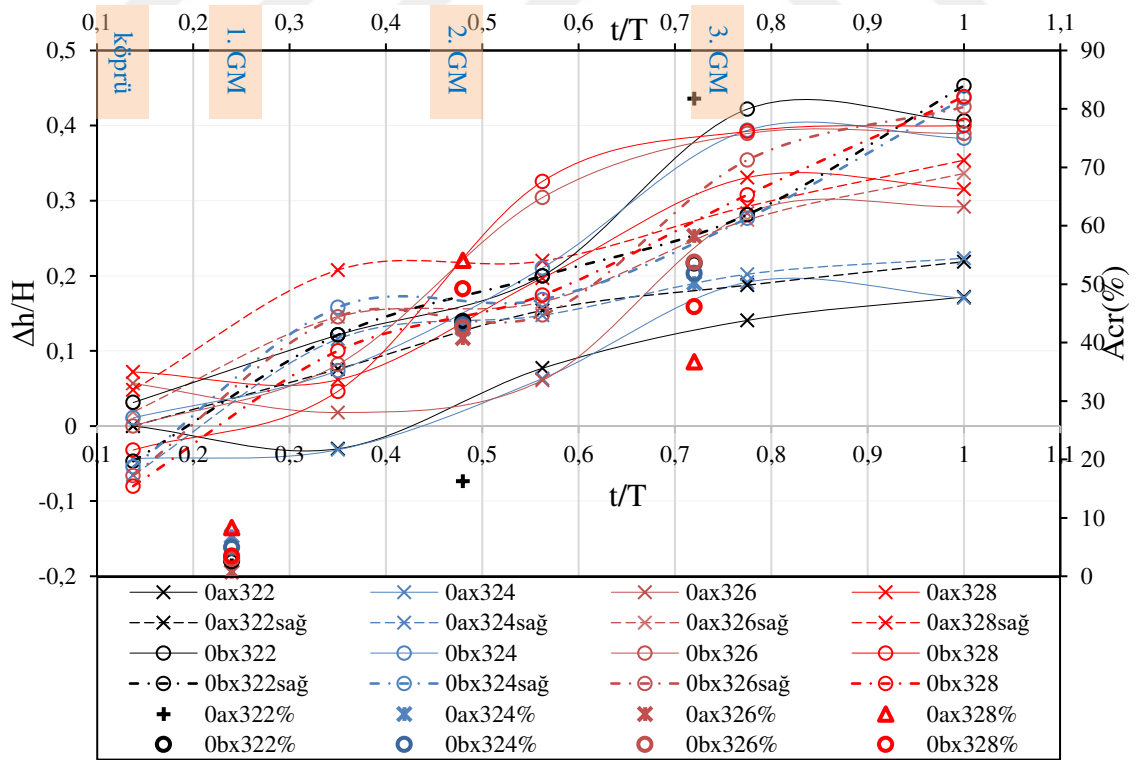
Şekil 4.17'de GM'lerin kanal eksenine göre açısının, akım kabarması ve odun birikme oranı üzerine etkisi araştırılmıştır. 30° lik GM açıları akımın daha fazla kabarmasına neden olmuştur. Debi artışıyla da su kabarma oranında artış meydana gelmiştir. Şekil 4.17 (a)'da su kabarma oranı, köprü'nün memba kısmında 20 ve 40 l/s debide birbirine çok yakın olduğu ve 60 ile 80 l/s debilerinde birbirine yakın sonuçlar elde edilmiştir. Ayrıca 30° olan çalışmalarda düşük debide olan deneylerde memba kısmında en yüksek kabarma oranları elde edilmiştir.

Şekil 4.17 b)'de ise kabarma oranlarının sol sahilde verilerde t/T 'nin 0.33 olduğu değere kadar belirgin bir azalma ve daha sonra maksimum kabarma oranına kadar artış oluşmaktadır. Ayrıca sağ sahilde ise t/T 'nin 0.33 olduğu değere kadar ciddi bir artış elde edilmiş ve daha sonra t/T 'nin 0,54 olduğu kısma kadar dengede daha sonra maksimum

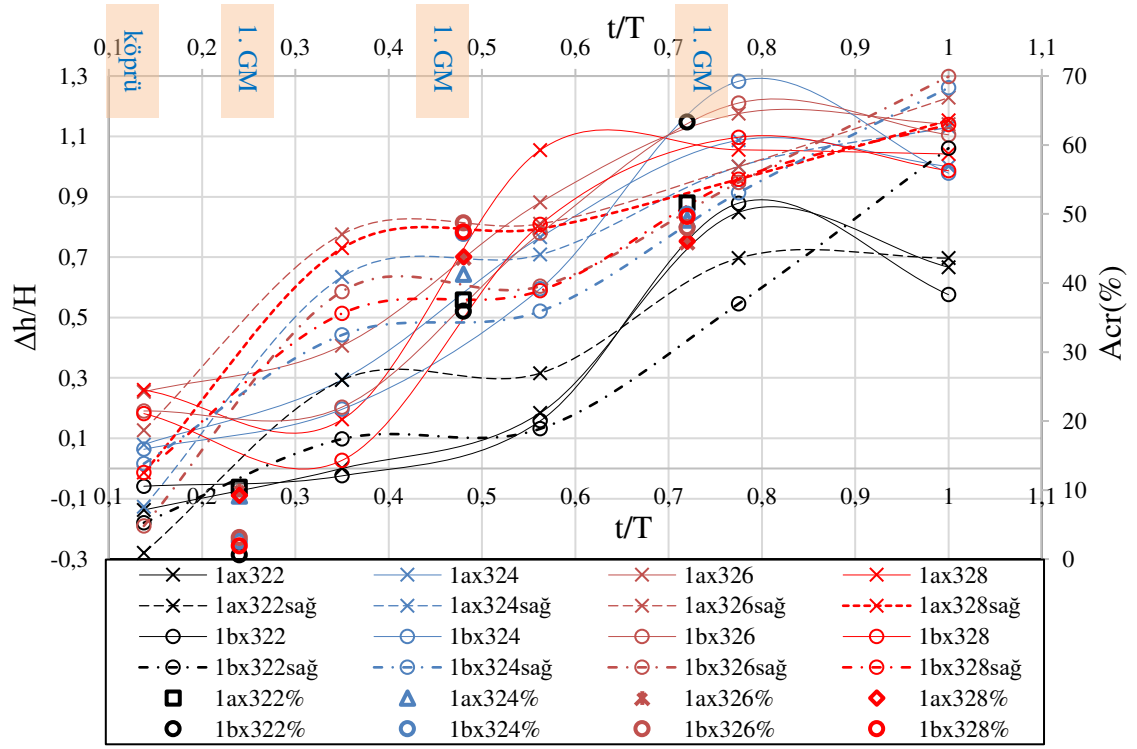
kabarma oranına kadar artış olmaktadır. GM’lerde odun birikmenin çoğu 2. ve 3. GM noktalarında birikme olmaktadır. Açının 45° olduğu deneylerde 1. GM birikme oranı diğer açılara göre daha fazla oluşmakta ama toplam yakalama oranı iki açı için birbirine çok yakın sonuçlar elde edilmiştir.

Şekil 4.17 (c)’de ise diğer iki eğime göre 2. ve 3. GM’de birikme oranı daha fazla olmuştur. Ayrıca 1. GM’de en az birikme oluşmaktadır. Diğer bir değişle eğimin artışıyla kabarma artmış ve membadaki iki GM’de daha fazla birikme olmuştur. Ayrıca su kabarma oranlarında sağ ve sol sahilde su seviyesindeki kabarma oranlarında belirgin bir artış olmaktadır. 1. GM’den sonra 2bx322sağ kodlu çalışmanın sahilinde kabarma oranının artış meydana gelmiş ve 1. GM’de en yüksek birikme oranı elde edilmiştir. Ayrıca 2bx322 için ise 3 GM’den sonra önemli bir maksimum kabarma oranı oluşmuştur.

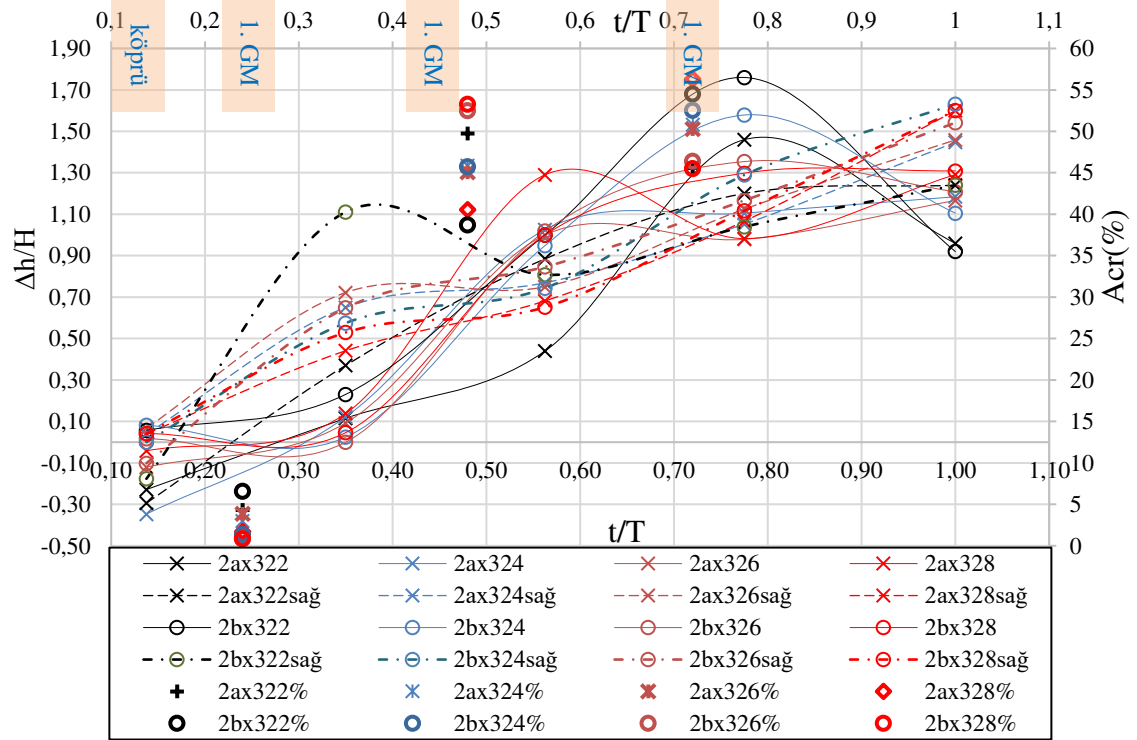
Şekil 4.17’de üç eğim için en yüksek kabarma oranları 30° lik GM açılı deneylerde elde edilmiştir. Bu durum; GM’nin kanal kenarına olan iz düşüm uzunluğunun daha fazla olması ve dolayısıyla daha uzun mesafede biriken odunların kanal boyunca kabarmayı artırması şeklinde açıklanabilir.



a) % 0.01 eğim



b) % 1 eğim



c) % 2 eğim

Şekil 4.17 : GM'nin bağlandığı Açı ile su kabarma oranı ve GM'lerde birikme oranı arasındaki ilişki

5. SONUÇLAR

Bu tez çalışmasında GM'lerin odun yakalama oranları incelenmiştir. Bu amaçla GM boylarının, uzunluklarının, sayılarının ve kanal ekseni ile yaptığı açıların odun yakalama oranına etkileri deneysel olarak araştırılmıştır. Ayrıca, GM'lerde ve köprüde biriken odunların su seviyesindeki değişime ve köprü ayağında oluşan oyulma miktarına etkileri ölçülmüştür. Elde edilen sonuçlar aşağıda özetlenmiştir.

- En yüksek odun yakalama oranları 3 adet GM bulunan deneylerde elde edilmiştir. Bu durum tüm kanal eğimleri için de geçerlidir.
- GM uzunluklarının B/6 olduğu deneylerin odun yakalama oranları en düşük sonuçlar olarak bulunmuştur.
- GM sayısının azalması ile odun yakalama oranında azalma olmuştur. Ayrıca GM'nin boyunun kısalması ile de odun yakalama oranı azalmıştır.
- GM'lerin kanal ekseni ile yaptığı açı olarak test edilen 45° ve 30° lik açılar için odun yakalama oranlarında önemli bir fark görülmemiştir. Bununla birlikte 30°'lik açılarda akımda maksimum kabarma oranları elde edilmiştir. Açının değişimi kabarma oranı üzerine etkisi oluşturmaktadır.
- GM'lerin yerleştiği kanal kenarına göre kabarma oranında farklılıklar oluşmaktadır. İki mahmuzun olduğu kenarda daha fazla kabarma oluşmaktadır.
- GM'lerin odun tuzaklamasından dolayı köprüdeki akımın su seviyesinde azalma meydana gelmiştir.
- Köprü ayaklarındaki oyulma derinliği ile GM'lerin odun yakalama oranları arasında önemli bir etki gözlenmiştir. Yüksek verimlilikle odun biriktiren GM'lerin olduğu deneylerde köprü ayağında oyulma miktarı azalmıştır.
- Kanal eğimi olarak test edilen %0.01, 1 ve 2 değerleri için GM'lerde odun yakalama oranlarında önemli bir fark oluşmamıştır.

KAYNAKLAR

- A. M. Gurnell, R. A. Marston, And M. Stoffel** (2016). Recent Advances Quantifying The Large Wood Dynamics İn River Basins: New Methods And Remaining Challenges, *Rev. Geophys.*, 54, 611–652, Doi:10.1002/2015rg000514.
- Akçalı, E.** (2022). Taşkın ve rüsubat kontrolünde yeni öneri: gemiburnu tip geçirgen bent. *Teknik Dergi*, 33(6), 12847-12861.
- Al-Jubouri, M., & Ray, R. P.** (2024). Enhancing pier local scour prediction in the presence of floating debris. *Pollack Periodica*, 19(2), 102-109.
- Allen, J. B., & Smith, D. L.** (2012). Characterizing the impact of geometric simplification on large woody debris using CFD. *International Journal of hydraulic engineering*, 1(2), 1-14.
- Anılan, T., & 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.
- Ballio, F., Viscardi, S., Pallavicini, P., & Malavasi, S.** (2024). Drag coefficients of debris accumulations. *Journal of Hydraulic Engineering*, 150(4), 06024003.
- Bénet, L., De Cesare, G., & Pfister, M.** (2021). Reservoir level rise under extreme driftwood blockage at ogee crest. *Journal of Hydraulic Engineering*, 147(1), 04020086.
- Bénet, L., De Cesare, G., & Pfister, M.** (2022). Partial driftwood rack at gated ogee crest: Trapping rate and discharge efficiency. *Journal of Hydraulic Engineering*, 148(8), 06022008.
- Bezzola, G. R., & Hegg, C.** (2007). Ereignisanalyse hochwasser 2005, teil 1 - prozesse, schäden und erste einordnung. *Umwelt-Wissen*, 707, 215.
- Bocchiola, D., Rulli, M. C., & Rosso, R.** (2008). A flume experiment on the formation of wood jams in rivers. *Water Resources Research*, 44(2).
- Bocchiola, D., Rulli, M. C., and Rosso, R.** (2006a). “Flume experiments on wood entrainment in rivers.” *Adv. Water Resour*, 29(8), 1182–1195.
- Bocchiola, D., Rulli, M. C., and Rosso, R.** (2006b). “Transport of largewoody debris in the presence of obstacles.” *Geomorphol*, 76(1–2), 166–178.

- Braudrick, C. A., and Grant, G. E.** (2000). “When do logs move in rivers?” *Water Resour. Res.*, 36(2), 571–583.
- By Aronne Armanini And Michele Larcher.** (2001). ‘Rational Criterion For Designing Opening Of Slit-Check Dam’, *Journal Of Hydraulic Engineering*, Vol. 127, No. 2.
- Campagnolo, K., Kobiyama, M., Fagundes, M. R., De Menezes, D., Iroumé, A., Michel, G. P., & Rodrigues, M. F.** (2024). Influence of large wood dynamics on flow and channel morphology in a forest stream. *Geomorphology*, 459, 109268.
- Catella, M., Paris, E., & Solari, L.** (2005). Case study: efficiency of slit-check dams in the mountain region of Versilia basin. *Journal of Hydraulic Engineering*, 131(3), 145-152.
- Chester, R.** (2002). Materials Selection and Engineering. In A.A. Baker, L.R.F. Rose, R. Jones (Eds.), *Advances in the Bonded Composite Repair of Metallic Aircraft Structure* (2nd ed., Vol. 1, pp.19-40). New York: Wiley.
- Çetin, O. K., Saçan, C., & Bombar, G.** (2016). Investigation of the relation between bridge pier scour depth and vertical velocity component. *Pamukkale University Journal of Engineering Sciences*, 22(6).
- Dey, S., & Raikar, R. V.** (2007). Scour below a high vertical drop. *Journal of Hydraulic Engineering*, 133(5), 564-568.
- D. Ravazzolo, G. Spreitzer and H. Friedrich.** (2020). ‘Flume experiments on the geomorphic effects of large wood in gravel-bed rivers’. *River Flow 2020 – Uijttewaall et al (eds) © 2020 Taylor & Francis Group, London*
- De Ciccio, P. N., Paris, E., Solari, L., & Ruiz-Villanueva, V.** (2020). Bridge pier shape influence on wood accumulation: Outcomes from flume experiments and numerical modelling. *Journal of Flood Risk Management*, 13(2), e12599.
- Diehl, T. H.** (1997). “Potential drift accumulation at bridges.” Rep. No. FHWA-RD-97-028, U.S. Dept. of Transportation, Federal Highway Administration, Washington, DC.
- Dütz, F.** (2023). Effect on flow conditions of floating debris accumulation at bridges.

- Federal Office for the Environment (FOEN).** (2008). “The floods of 2005 in Switzerland.” Rep. No. DIV-7529-E, Bern, Switzerland.
- Fei, G., & Wang, X.** (2024). A review of large wood dynamics relevant to hazard characteristics for built structures. *Geomorphology*, 453, 109152.
- Friedrich, H., Ravazzolo, D., Ruiz-Villanueva, V., Schalko, I., Spreitzer, G., Tunnicliffe, J., & Weitbrecht, V.** (2022). Physical modelling of large wood (LW) processes relevant for river management: Perspectives from New Zealand and Switzerland. *Earth Surface Processes and Landforms*, 47(1), 32-57.
- Furlan, P., Pfister, M., Matos, J., Amado, C., & Schleiss, A. J.** (2021). Blockage probability modeling of large wood at reservoir spillways with piers. *Water Resources Research*, 57(8), e2021WR029722.
- Galia, T., & Máčka, Z.** (2023a). Living woody vegetation as a storage element for large wood in the channel. *Science of The Total Environment*, 892, 164717.
- Galia, T., Horáček, M., Ruiz-Villanueva, V., Poledníková, Z., & Škarpich, V.** (2023b). Large wood retention in a large meandering river: Insights from a 5-year monitoring in the Odra River (Czechia). *Catena*, 224, 106973.
- Galia, T., Kuglerová, L., & áclav Škarpich, V.** (2024b). Floodplain and in-channel large wood storage in the fluvial corridor of an actively meandering river. *Forest Ecology and Management*, 557, 121770.
- Galia, T., Poledníková, Z., & Škarpich, V.** (2024a). Impact of large wood on sediment (dis) connectivity in a meandering river. *Geomorphology*, 453, 109153.
- Galia, T., Poledníková, Z., Kapustová, V., Ruiz-Villanueva, V., & Škarpich, V.** (2025). Interannual spatial distribution and dynamics of large wood in a meandering river. *Journal of Hydrology*, 659, 133302.
- Gogus, M., & Dogan, A. E.** (2010). Effects of collars on scour reduction at bridge abutments. In *Scour and Erosion* (pp. 997-1007).
- Grimmer, G., Wenger, R., & Chardon, V.** (2025). RiverDetectWood: A tool for automatic classification and quantification of river wood in river systems using aerial imagery. *SoftwareX*, 29, 102042.

- Gurnell, A. M., et al.** (2000a). “Large wood retention in river channels: The case of the Fiume Tagliamento, Italy.” *Earth Surf. Proc. Land.*, 25(3), 255–257.
- Gurnell, A. M., et al.** (2000b). “Wood storage within the active zone of a large European gravel-bed river.” *Geomorphol.* 34(1–2), 55–72.
- Haga, H., Kumagai, T., Otsuki, K., and Ogawa, S.** (2002). “Transport and retention of coarse woody debris in mountain streams: An in-situ field experiment of log transport and a field survey of coarse woody debris distribution.” *Water Resour. Res.*, 38(8), 1029–1044.
- Hao, S., Yong, Y., Yuqi, S., Jinfeng, L., & Dongwei, W.** (2025). Experimental study on the sediment deposition upstream of open check dams in trapping debris flows. *Natural Hazards*, 121(2), 1621-1636.
- Horiguchi, T., Piton, G., Munir, M., & Mano, V.** (2021). Driftwood and Hybrid Debris Barrier Interactions: Process of Trapping and Prevention of Releases during Overtopping. In *14th INTERPRAEVENT Congress: Natural hazards in a changing world* (pp. 206-215).
- Kang, T., & Jang, C. L.** (2021). Two-dimensional numerical experiment considering cohort size and wood jam characteristic on driftwood. *Journal of Korea Water Resources Association*, 54(6), 407-418.
- Kimura, I., & Kitazono, K.** (2020). Effects of the driftwood Richardson number and applicability of a 3D–2D model to heavy wood jamming around obstacles. *Environmental Fluid Mechanics*, 20(3), 503-525.
- Kimura, I., Kang, T., & Kato, K.** (2021). 3D–3D Computations on Submerged-Driftwood Motions in Water Flows with Large Wood Density around Driftwood Capture Facility. *Water* 2021, 13, 1406.
- Lagasse, P. F., Clopper, P. E., Zevenbergen, L. W., Spitz, W. J., and Girard, L. G.** (2010). “Effects of debris on bridge scour.” National Cooperative Highway Research Program (NCHRP) Rep. No. 653, Transportation Research Board, National Research Council, Washington, DC.
- Martini, L., Paredes, A., Sánchez, K., Iroumé, A., & Picco, L.** (2025). Wood jam mobility in a morphologically active river in northern Chilean Patagonia. *Earth Surface Processes and Landforms*, 50(3), e70031.

- Mohammad Ali Nezhadian, D., & Hamidifar, H.** (2024). Effects of floating debris on flow characteristics around slotted bridge piers: a numerical simulation. *Water*, 16(1), 90..
- Murphy, E., Nistor, I., Cornett, A., Rayner, A., Baker, S., & Stolle, J.** (2024). Application of an optical tracking technique to characterize nearshore wave-driven transport and dispersion of model driftwood. *Coastal Eng*, 189, 104481.
- Okamoto, T. A., Tanaka, K., Matsumoto, K., & Someya, T.** (2021). Influence of velocity field on driftwood accumulation at a bridge with a single pier. *Environmental Fluid Mechanics*, 21(3), 693-711.
- Panici, D.** (2021). An experimental and numerical approach to modeling large wood displacement in rivers. *Water Resources Research*, 57(7), e2021WR029860.
- Parola, A. C., Apeldt, C. J., and Jempson, M. A.** (2000). “Debris forces on highway bridges.” National Cooperative Highway Research Program (NCHRP) Rep. No. 445, Transportation Research Board, National Research Council, Washington, DC.
- Piton, G., Horiguchi, T., Marchal, L., & Lambert, S.** (2020). Open check dams and large wood: head losses and release conditions. *Natural Hazards and Earth System Sciences*, 20(12), 3293-3314.
- Poppema, D. W., Burghardt, L., Benet, L., Wüthrich, D., Klopries, E. M., Dewals, B., & Erpicum, S.** (2025). Bridge clogging in Belgium and Germany during the 2021 floods. *Water Resources Research*, 61(11), e2024WR039218.
- Rickli, C., & Hess, J.** (2009). Aspects de la formation des bois flottants. Cours de formation continue KHOS. Fribourg, Switzerland: Kommission für Hochwasserschutz KHOS.
- Ruiz Villanueva, V., Bladé Castellet, E., Díez-Herrero, A., Bodoque, J. M., & Sánchez-Juny, M.** (2014b). Two-dimensional modelling of large wood transport during flash floods. *Earth surface processes and landforms*, 39(4), 438-449.
- Ruiz-Villanueva, V., Bladé, E., Sánchez-Juny, M., Marti-Cardona, B., Díez-Herrero, A., & Bodoque, J. M.** (2014a). Two-dimensional numerical modeling of wood transport. *Journal of Hydroinformatics*, 16(5), 1077-1096.

- Ruiz-Villanueva, V., Piégay, H., Gurnell, A. M., Marston, R. A., & 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.
- Rusyda, M. I., Hashimoto, H., & Ikematsu, S.** (2014). Log jam formation by an obstruction in a river. In *River Flow* (Vol. 2014, pp. 717-724).
- Schalko, I.** (2018). *Modeling hazards related to large wood in rivers* (Doctoral dissertation, ETH Zurich).
- Schalko, I.** (2020). Wood retention at inclined racks: Effects on flow and local bedload processes. *Earth Surface Processes and Landforms*, 45(9), 2036-2047.
- Schalko, I., & Nepf, H. M.** (2024). Enhanced flow variability and morphological changes through individual wood placements on a gravel bed. *Geomorphology*, 453, 109135.
- Schalko, I., & Weitbrecht, V.** (2022). Wood blockage and sediment transport at inclined bar screens. *Journal of Hydraulic Research*, 60(1), 164-172.
- Schalko, I., Lageder, C., Schmocker, L., Weitbrecht, V., & Boes, R. M.** (2019). Laboratory flume experiments on the formation of spanwise large wood accumulations: I. Effect on backwater rise. *Water Resources Research*, 55, 4854–4870. <https://doi.org/10.1029/2018WR024649>
- Schalko, I., Ruiz-Villanueva, V., Maager, F., & Weitbrecht, V.** (2021). Wood retention at inclined bar screens: Effect of wood characteristics on backwater rise and bedload transport. *Water*, 13(16), 2231.
- Schmocker, L., & Weitbrecht, V.** (2013). Driftwood: Risk analysis and engineering measures. *Journal of Hydraulic Engineering*, 139(7), 683-695.
- Shrestha, B. B., Nakagawa, H., Kawaike, K., Baba, Y., & Zhang, H.** (2012). Driftwood deposition from debris flows at slit-check dams and fans. *Natural Hazards*, 61(2), 577-602.
- Shrestha, B. B., Nakagawa, H., Kawaike, K., Baba, Y., & Zhang, H.** (2009). Numerical simulation on debris-flow with driftwood and its capturing due to jamming of driftwood on a grid dam. *Annual Journal of Hydraulic Engineering, JSCE*, 53, 169-174.

- Shukla, T., & Rhoads, B. L.** (2025). Form and function of floodplain secondary channels in a lowland meandering river system. *Journal of Geophysical Research: Earth Surface*, 130(1), e2024JF007871.
- Sisinggih, D., Hendrawan, A. P., & Marsudi, S.** (2024, March). The influence of driftwood debris in accelerating the regional scour near the bridge pier. In *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science* (Vol. 1311, No. 1, p. 012006). IOP Publishing.
- Spreitzer, G., Friedrich, H., & Tunncliffe, J.** (2018). Effects of a large woody debris accumulation on channel-bed morphology during flood events. In *E3S Web of Conferences* (Vol. 40, p. 02024). EDP Sciences.
- Spreitzer, G., Gibson, J., Tang, M., Tunncliffe, J., & Friedrich, H.** (2019). SmartWood: Laboratory experiments for assessing the effectiveness of smart sensors for monitoring large wood movement behaviour. *Catena*, 182, 104145.
- Spreitzer, G., Tunncliffe, J., & Friedrich, H.** (2020). Porosity and volume assessments of large wood (LW) accumulations. *Geomorphology*, 358, 107122.
- Steeb, N., Ruiz-Villanueva, V., Badoux, A., Rickli, C., Mini, A., Stoffel, M., & Rickenmann, D.** (2023). Geospatial modelling of large-wood supply to rivers: a state-of-the-art model comparison in Swiss mountain river catchments. *Earth Surface Dynamics*, 11(3), 487-509.
- Van Mol, R., Rüegg, E., Amini, A., & De Cesare, G.** (2025). Design improvements for combined sediment-wood detention at mountain streams. *Journal of Applied Water Engineering and Research*, 1-15.
- Vaughn, T., & Crookston, B. M.** (2022). Influence of submerged woody debris at labyrinth weirs in river applications. *River Research and Applications*, 38(2), 235-244.
- VAW.** (2008). "Ereignisanalyse Hochwasser 2005: Teilprojekt Schwemmholz [Analysis of 2005 flood event: Subproject driftwood]." Rep. 4240, Swiss Federal Institute of Technology, Zurich, Switzerland (in German)
- Wolstenholme, J. M., Skinner, C. J., Milan, D., Thomas, R. E., & Parsons, D. R.** (2025). Localised geomorphic response to channel-spanning leaky wooden dams. *Earth Surface Dynamics*, 13(4), 647-663.

- Wyss, A., Schalko, I., & Weitbrecht, V.** (2021). Field study on wood accumulation at a bridge pier. *Water*, 13(18), 2475.
- Xu, Y., & Liu, X.** (2016). 3D computational modeling of stream flow resistance due to large woody debris. In *River Flow 2016: Iowa City, USA, July 11-14, 2016* (pp. 2346-2353). CRC Press.
- Yuan, S., Zheng, Y., Tang, H., Chen, Y., Xu, L., Whittaker, C., & Gualtieri, C.** (2024). Large wood transport and accumulation near the separation zone of a channel confluence. *Water Resources Research*, 60(3), e2023WR034790.
- Zayed, M., & Saleh, M.** (2025). Assessing the backwater rise of floating barriers with racks for various blockages in open channels. *Journal of Engineering and Applied Science*, 72(1), 20.

EKLER

Ek A: Deney kodları

EK A:

Tablo A.1 : %0.01 eğimli deney kodları

Eğim	Açı	Geçirgen mahmuz uzunluğu	Geçirgen mahmuz sayısı	Deneyde odun bulunma durumu	20 l/s	40 l/s	60 l/s	80 l/s
%0.01	45° a	B/2 x	1	0 Bulunması	0ax102	0ax104	0ax106	0ax108
				1 Tedrici olması	0ax112	0ax114	0ax116	0ax118
				2 Yığın olması	0ax122	0ax124	0ax126	0ax128
			2	0 Bulunması	0ax202	0ax204	0ax206	0ax208
				1 Tedrici olması	0ax212	0ax214	0ax216	0ax218
				2 Yığın olması	0ax222	0ax224	0ax226	0ax228
			3	0 Bulunması	0ax302	0ax304	0ax306	0ax308
				1 Tedrici olması	0ax312	0ax314	0ax316	0ax318
				2 Yığın olması	0ax322	0ax324	0ax326	0ax328
		B/3 y	1	0 Bulunması	0ay102	0ay104	0ay106	0ay108
				1 Tedrici olması	0ay112	0ay114	0ay116	0ay118
				2 Yığın olması	0ay122	0ay124	0ay126	0ay128
			2	0 Bulunması	0ay202	0ay204	0ay206	0ay208
				1 Tedrici olması	0ay212	0ay214	0ay216	0ay218
				2 Yığın olması	0ay222	0ay224	0ay226	0ay228
			3	0 Bulunması	0ay302	0ay304	0ay306	0ay308
				1 Tedrici olması	0ay312	0ay314	0ay316	0ay318
				2 Yığın olması	0ay322	0ay324	0ay326	0ay328
		B/6 z	1	0 Bulunması	0az102	0az104	0az106	0az108
				1 Tedrici olması	0az112	0az114	0az116	0az118
				2 Yığın olması	0az122	0az124	0az126	0az128

Tablo A.1 (devamı): %0.01 eğimli deney kodları

Eğim	Açı	Geçirgen mahmuz uzuluğu	Geçirgen mahmuz sayısı	Deneyde odun bulunma durumu	20 lt/s	40 lt/s	60 lt/s	80 lt/s
%0.01	45° a	B/6 z	2	0 Bulunması	0az202	0az204	0az206	0az208
				1 Tedrici olması	0az212	0az214	0az216	0az218
				2 Yığın olması	0az222	0az224	0az226	0az228
			3	0 Bulunması	0az302	0az304	0az306	0az308
				1 Tedrici olması	0az312	0az314	0az316	0az318
				2 Yığın olması	0az322	0az324	0az326	0az328
	30° b	B/2 x	1	0 Bulunması	0bx102	0bx104	0bx106	0bx108
				1 Tedrici olması	0bx112	0bx114	0bx116	0bx118
				2 Yığın olması	0bx122	0bx124	0bx126	0bx128
			2	0 Bulunması	0bx202	0bx204	0bx206	0bx208
				1 Tedrici olması	0bx212	0bx214	0bx216	0bx218
				2 Yığın olması	0bx222	0bx224	0bx226	0bx228
			3	0 Bulunması	0bx302	0bx304	0bx306	0bx308
				1 Tedrici olması	0bx312	0bx314	0bx316	0bx318
				2 Yığın olması	0bx322	0bx324	0bx326	0bx328
		B/3 y	1	0 Bulunması	0by102	0by104	0by106	0by108
				1 Tedrici olması	0by112	0by114	0by116	0by118
				2 Yığın olması	0by122	0by124	0by126	0by128
			2	0 Bulunması	0by202	0by204	0by206	0by208
				1 Tedrici olması	0by212	0by214	0by216	0by218
				2 Yığın olması	0by222	0by224	0by226	0by228
			3	0 Bulunması	0by302	0by304	0by306	0by308
				1 Tedrici olması	0by312	0by314	0by316	0by318
				2 Yığın olması	0by322	0by324	0by326	0by328

Tablo A.1 (devamı): %0.01 eğimli deney kodları

Eğim	Açı	Geçirgen mahmuz uzuluğu	Geçirgen mahmuz sayısı	Deneyde odun bulunma durumu	20 lt/s	40 lt/s	60 lt/s	80 lt/s
%0.01	30° b	B/6 z	1	0 Bulunması	0bz102	0bz104	0bz106	0bz108
				1 Tedrici olması	0bz112	0bz114	0bz116	0bz118
				2 Yığın olması	0bz122	0bz124	0bz126	0bz128
			2	0 Bulunması	0bz202	0bz204	0bz206	0bz208
				1 Tedrici olması	0bz212	0bz214	0bz216	0bz218
				2 Yığın olması	0bz222	0bz224	0bz226	0bz228
			3	0 Bulunması	0bz302	0bz304	0bz306	0bz308
				1 Tedrici olması	0bz312	0bz314	0bz316	0bz318
				2 Yığın olması	0bz322	0bz324	0bz326	0bz328
	-	-	0	0 Bulunması	0002	0004	0006	0008
				1 Tedrici olması	0012	0014	0016	0018
				2 Yığın olması	0022	0024	0026	0028

Tablo A.2 : % 1 taban eğimi için deney kodları

Eğim	Açı	Geçirgen mahmuz uzuluğu	Geçirgen mahmuz sayısı	Deneyde odun bulunma durumu	20 lt	40lt	60lt	80lt
%1	45° a	B/2 x	1	0 Bulunması	1ax102	1ax104	1ax106	1ax108
				1 Tedrici olması	1ax112	1ax114	1ax116	1ax118
				2 Yığın olması	1ax122	1ax124	1ax126	1ax128
			2	0 Bulunması	1ax202	1ax204	1ax206	1ax208
				1 Tedrici olması	1ax212	1ax214	1ax216	1ax218
				2 Yığın olması	1ax222	1ax224	1ax226	1ax228
			3	0 Bulunması	1ax302	1ax304	1ax306	1ax308
				1 Tedrici olması	1ax312	1ax314	1ax316	1ax318
				2 Yığın olması	1ax322	1ax324	1ax326	1ax328

Tablo A.2 (devamı): %1 taban eğimi için deney kodları

Eğim	Açı	Geçirgen mahmuz uzuluğu	Geçirgen mahmuz sayısı	Deneyde odun bulunma durumu	20 lt	40lt	60lt	80lt
%1	45° a	B/3 y	1	0 Bulunması	1ay102	1ay104	1ay106	1ay108
				1 Tedrici olması	1ay112	1ay114	1ay116	1ay118
				2 Yığın olması	1ay122	1ay124	1ay126	1ay128
			2	0 Bulunması	1ay202	1ay204	1ay206	1ay208
				1 Tedrici olması	1ay212	1ay214	1ay216	1ay218
				2 Yığın olması	1ay222	1ay224	1ay226	1ay228
		B/6 z	3	0 Bulunması	1ay302	1ay304	1ay306	1ay308
				1 Tedrici olması	1ay312	1ay314	1ay316	1ay318
				2 Yığın olması	1ay322	1ay324	1ay326	1ay328
			1	0 Bulunması	1az102	1az104	1az106	1az108
				1 Tedrici olması	1az112	1az114	1az116	1az118
				2 Yığın olması	1az122	1az124	1az126	1az128
	30° b	B/2 x	2	0 Bulunması	1az202	1az204	1az206	1az208
				1 Tedrici olması	1az212	1az214	1az216	1az218
				2 Yığın olması	1az222	1az224	1az226	1az228
			3	0 Bulunması	1az302	1az304	1az306	1az308
				1 Tedrici olması	1az312	1az314	1az316	1az318
				2 Yığın olması	1az322	1az324	1az326	1az328
		B/2 x	1	0 Bulunması	1bx102	1bx104	1bx106	1bx108
				1 Tedrici olması	1bx112	1bx114	1bx116	1bx118
				2 Yığın olması	1bx122	1bx124	1bx126	1bx128
			2	0 Bulunması	1bx202	1bx204	1bx206	1bx208
				1 Tedrici olması	1bx212	1bx214	1bx216	1bx218
				2 Yığın olması	1bx222	1bx224	1bx226	1bx228

Tablo A.2 (devamı): %1 taban eğimi için deney kodları

Eğim	Açı	Geçirgen mahmuz uzuluğu	Geçirgen mahmuz sayısı	Deneyde odun bulunma durumu	20 lt	40lt	60lt	80lt
%1	30° b	B/2 x	3	0 Bulunması	1bx302	1bx304	1bx306	1bx308
				1 Tedrici olması	1bx312	1bx314	1bx316	1bx318
				2 Yığın olması	1bx322	1bx324	1bx326	1bx328
		B/3 y	1	0 Bulunması	1by102	1by104	1by106	1by108
				1 Tedrici olması	1by112	1by114	1by116	1by118
				2 Yığın olması	1by122	1by124	1by126	1by128
			2	0 Bulunması	1by202	1by204	1by206	1by208
				1 Tedrici olması	1by212	1by214	1by216	1by218
				2 Yığın olması	1by222	1by224	1by226	1by228
			3	0 Bulunması	1by302	1by304	1by306	1by308
				1 Tedrici olması	1by312	1by314	1by316	1by318
				2 Yığın olması	1by322	1by324	1by326	1by328
		B/6 z	1	0 Bulunması	1bz102	1bz104	1bz106	1bz108
				1 Tedrici olması	1bz112	1bz114	1bz116	1bz118
				2 Yığın olması	1bz122	1bz124	1bz126	1bz128
			2	0 Bulunması	1bz202	1bz204	1bz206	1bz208
				1 Tedrici olması	1bz212	1bz214	1bz216	1bz218
				2 Yığın olması	1bz222	1bz224	1bz226	1bz228
			3	0 Bulunması	1bz302	1bz304	1bz306	1bz308
				1 Tedrici olması	1bz312	1bz314	1bz316	1bz318
				2 Yığın olması	1bz322	1bz324	1bz326	1bz328
	-	-	0	0 Bulunması	1002	1004	1006	1008
				1 Tedrici olması	1012	1014	1016	1018
				2 Yığın olması	1022	1024	1026	1028

Tablo A.3 : %2 taban eğimi için deney kodları

Eğim	Açı	Geçirgen mahmuz uzuluğu	Geçirgen mahmuz sayısı	Deneyde odun bulunma durumu	20 lt	40lt	60lt	80lt
%2	45° a	B/2 x	1	0 Bulunması	2ax102	2ax104	2ax106	2ax108
				1 Tedrici olması	2ax112	2ax114	2ax116	2ax118
				2 Yığın olması	2ax122	2ax124	2ax126	2ax128
			2	0 Bulunması	2ax202	2ax204	2ax206	2ax208
				1 Tedrici olması	2ax212	2ax214	2ax216	2ax218
				2 Yığın olması	2ax222	2ax224	2ax226	2ax228
			3	0 Bulunması	2ax302	2ax304	2ax306	2ax308
				1 Tedrici olması	2ax312	2ax314	2ax316	2ax318
				2 Yığın olması	2ax322	2ax324	2ax326	2ax328
		B/3 y	1	0 Bulunması	2ay102	2ay104	2ay106	2ay108
				1 Tedrici olması	2ay112	2ay114	2ay116	2ay118
				2 Yığın olması	2ay122	2ay124	2ay126	2ay128
			2	0 Bulunması	2ay202	2ay204	2ay206	2ay208
				1 Tedrici olması	2ay212	2ay214	2ay216	2ay218
				2 Yığın olması	2ay222	2ay224	2ay226	2ay228
			3	0 Bulunması	2ay302	2ay304	2ay306	2ay308
				1 Tedrici olması	2ay312	2ay314	2ay316	2ay318
				2 Yığın olması	2ay322	2ay324	2ay326	2ay328
		B/6 z	1	0 Bulunması	2az102	2az104	2az106	2az108
				1 Tedrici olması	2az112	2az114	2az116	2az118
				2 Yığın olması	2az122	2az124	2az126	2az128
			2	0 Bulunması	2az202	2az204	2az206	2az208
				1 Tedrici olması	2az212	2az214	2az216	2az218
				2 Yığın olması	2az222	2az224	2az226	2az228

Tablo A.2 (devamı): % 2 taban eğimi için deney kodları

Eğim	Açı	Geçirgen mahmuz uzuluğu	Geçirgen mahmuz sayısı	Deneyde odun bulunma durumu	20 lt	40lt	60lt	80lt
%2	45° a	B/6 z	3	0 Bulunması	2az302	2az304	2az306	2az308
				1 Tedrici olması	2az312	2az314	2az316	2az318
				2 Yığın olması	2az322	2az324	2az326	2az328
	30° b	B/2 x	1	0 Bulunması	2bx102	2bx104	2bx106	2bx108
				1 Tedrici olması	2bx112	2bx114	2bx116	2bx118
				2 Yığın olması	2bx122	2bx124	2bx126	2bx128
			2	0 Bulunması	2bx202	2bx204	2bx206	2bx208
				1 Tedrici olması	2bx212	2bx214	2bx216	2bx218
				2 Yığın olması	2bx222	2bx224	2bx226	2bx228
			3	0 Bulunması	2bx302	2bx304	2bx306	2bx308
				1 Tedrici olması	2bx312	2bx314	2bx316	2bx318
				2 Yığın olması	2bx322	2bx324	2bx326	2bx328
		B/3 y	1	0 Bulunması	2by102	2by104	2by106	2by108
				1 Tedrici olması	2by112	2by114	2by116	2by118
				2 Yığın olması	2by122	2by124	2by126	2by128
			2	0 Bulunması	2by202	2by204	2by206	2by208
				1 Tedrici olması	2by212	2by214	2by216	2by218
				2 Yığın olması	2by222	2by224	2by226	2by228
			3	0 Bulunması	2by302	2by304	2by306	2by308
				1 Tedrici olması	2by312	2by314	2by316	2by318
				2 Yığın olması	2by322	2by324	2by326	2by328
		B/6 z	1	0 Bulunması	2bz102	2bz104	2bz106	2bz108
				1 Tedrici olması	2bz112	2bz114	2bz116	2bz118
				2 Yığın olması	2bz122	2bz124	2bz126	2bz128

Tablo A.3 (devamı): % 2 taban eğimi için deney kodları

Eğim	Açı	Geçirgen mahmuz uzuluğu	Geçirgen mahmuz sayısı	Deneyde odun bulunma durumu	20 lt	40lt	60lt	80lt
%2	30° b	B/6 z	2	0 Bulunması	2bz202	2bz204	2bz206	2bz208
				1 Tedrici olması	2bz212	2bz214	2bz216	2bz218
				2 Yığın olması	2bz222	2bz224	2bz226	2bz228
			3	0 Bulunması	2bz302	2bz304	2bz306	2bz308
				1 Tedrici olması	2bz312	2bz314	2bz316	2bz318
				2 Yığın olması	2bz322	2bz324	2bz326	2bz328
	-	-	0	0 Bulunması	2002	2004	2006	2008
				1 Tedrici olması	2012	2014	2016	2018
				2 Yığın olması	2022	2024	2026	2028

ÖZGEÇMİŞ

Ad-Soyad : İsa CİCİ

ÖĞRENİM DURUMU:

Lisans (2011-2015) : İnönü Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi İnşaat Mühendisi

Yüksek Lisans (2016-2019) : İnönü Üniversitesi – Malatya – Fen Bilimleri Enstitüsü – İnşaat Mühendisliği Ana Bilim Dalı

Doktora (2019-...) : İnönü Üniversitesi – Malatya – Fen Bilimleri Enstitüsü – İnşaat Mühendisliği Ana Bilim Dalı

YÜKSEK LİSANS VEYA DOKTORA TEZİNDEN TÜRETİLEN ÇALIŞMALAR (Makaleler, Bildiriler, Patentler v.b.)

- **O. Faruk Dursun, İsa Cici, S. Turgut, (2019).** “Aeration performance of venture devices” International journal of advances in mechanical and civil engineering (IJAMCE), pp.23-25, volume-6, issue-5
- **Cici, İ. ve Dursun, Ö. F. (2022).** Sayısal Yöntemler Kullanılarak Venturi Performanslarının İncelenmesi. El-Cezeri, 9 (1) , 96-112 . DOI: 10.31202/ecjse.948387
- **Cici İ., Aydoğdu M., Dursun Ö. F. (2022).** Akım Ayırıcı Basamaklı Dolusavakların Akım Karakteristikleri. Ege 7th International Conference On Applied Sciences. 7(1), 534-540. (Tam metin bildiri/Sözlü sunum) (Yayın No:8155927)
- **Cici, İ. ve Dursun, Ö. F. (2023).** Akarsu Mahmuz Yapılarının Yüzen Odun Malzemelerinin Hareketine Olan Etkilerinin İncelenmesi. Akdeniz 10th International Conference On Applied Sciences.
- **Cici, İ. ve Dursun, Ö. F. (2023).** Yüzen Odun Malzemelerin Köprü Ayakları Kesitlerinin Tıkanmasına Olan Etkileri. Akdeniz 10th International Conference On Applied Sciences.
- **Cici, İ. ve Dursun, Ö. F. (2024).** Akarsularda Taşınan Farklı Miktarlardaki Odunsu Malzemelerin Davranışların Araştırılması. International Balkan Scientific Research

Congress 04-06 October 2024, International Vision University, North Macedonia Republic

- **Cici, İ. ve Dursun, Ö. F. (2024).** Farklı Konfigürasyonlara Sahip Geçirgen Seddelerin Performansların İncelenmesi. International Balkan Scientific Research Congress 04-06 October 2024, International Vision University, North Macedonia Republic.

ARAŞTIRMALAR

- Tübitak 1001-(124M033), (2024) Proje Başlığı: Akımla Taşınan Odunların Sebep Olduğu Taşkınların Önlenmesinde Geçirgen Mahmuzların Etkilerinin İncelenmesi, projesinde bursiyer olarak çalışmaktadır.