



## Pürüzsüz ve pürüzlü kabuk yapısına sahip ağaçlarda gövdeden akışın karşılaştırılması

Zehra İnan<sup>1</sup>, Hüseyin Şensoy<sup>2</sup>, İlyas Bolat<sup>3</sup>

<sup>1</sup> Orman Mühendisi, Elbistan/Kahramanmaraş, Türkiye,

<sup>2</sup> Bartın Üniversitesi, Bartın Orman Fakültesi, Havza Amenajmanı Anabilim Dalı, Bartın, Türkiye

<sup>3</sup> Bartın Üniversitesi, Bartın Orman Fakültesi, Toprak İlimi ve Ekolojisi Anabilim Dalı, Bartın, Türkiye

### MAKALE KÜNYESİ

Geliş Tarihi: 03/12/2023

Kabul Tarihi: 15/04/2024

<https://doi.org/10.53516/ajfr.1399729>

\*Sorumlu Yazar:

hsensoy@bartin.edu.tr

### ÖZ

### Araştırma Makalesi

*Giriş ve Hedefler* Hidrolojik döngünün önemli bir parçası olan intersepsiyon üzerinde açık alana düşen toplam yağış, orman altı yağış ve gövdeden akış bileşenleri belirleyicidir. Bu bileşenlerden biri olan gövdeden akışı etkileyen birçok etmen bulunmaktadır. Bunlardan bir tanesi de kabuk özellikleridir. Özellikle pürüzsüz ve

pürüzlü kabuklar yağmurun gövdeden akarak yere ulaşmasında belirleyici olabilmektedir. Bu çalışmada pürüzsüz (*Carpinus betulus* L.) ve pürüzlü (*Quercus cerris* L.) gövde kabuğuna sahip ağaçların gövdeden akış değerlerinin belirlenmesi ve sonuçların karşılaştırılması amaçlanmıştır.

*Yöntemler* Gövdeden akış, birey ağaçların gövdesine sarmal şekilde yerleştirilen plastik oluklardan gelen yağmurun, ağzı kapalı bir toplama tankında biriktirilmesiyle tespit edilmiştir. Çalışma alanına düşen toplam yağmur miktarının belirlenmesinde orman içinde uygun bir açıklığa tesis edilen yağışölçer kullanılmıştır.

*Bulgular* Çalışma süresince gövdeden akış üreten sekiz yağış sonrasında toplam 175,4 mm yağmur düşmüştür. Toplam on ağaçtan sekiz yağmur olayı sonrasında elde edilen veriler, kabuk pürüzlülüğünün gövdeden akışa etki ettiğini ortaya koymuştur ( $p<0,05$ ). Açık alana düşen yağışla karşılaştırıldığında gürgen ve meşe ağaçlarında sırasıyla ortalama %2,36 ve %1,35 oranında gövdeden akış gerçekleşmiştir.

*Sonuçlar* Bu sonuç pürüzlü ağaç kabuklarının gövdeden akış üzerinde belirleyici bir öge olduğunu ortaya koymaktadır. Çalışmanın gürgen ve meşe meşcerelerinde hektarda meydana gelen gövdeden akışın belirlenmesine katkı sağlayabileceği öngörülmektedir.

**Anahtar Kelimeler:** Bartın, *Carpinus betulus* L., intersepsiyon, *Quercus cerris* L., yağış

## Comparison of stemflow in trees with smooth and rough bark structure

### ABSTRACT

*Background and aims* Precipitation, throughfall and stemflow are significant on interception, which is an important part of the hydrological cycle. Many factors affect the stemflow, which is a component of interception. One of the factors affecting the stemflow is the bark characteristics. Especially smooth and rough bark characteristics can be decisive in the stemflow. In this study, stemflow yield of trees with smooth (*Carpinus betulus* L.) and rough (*Quercus cerris* L.) bark were determined, and the results were compared. *Methods* Stemflow was determined by collecting the precipitation coming from plastic gutters placed spirally on the trunks of individual trees in a closed collection tank. A precipitation gauge installed in a suitable clearing in the forest was used to determine the total amount of rain falling in the study area.

*Results* After eight rainfall events that produced stemflow, the total amount of precipitation recorded as 175.4 mm during the study period. The data obtained after eight rainfall events on a total of ten individual trees revealed that the bark roughness affected the stemflow ( $p<0.05$ ). Compared to the precipitation in the open field, an average of 2.36% and 1.35% of stemflow occurred in hornbeam and oak trees, respectively.

*Conclusions* This result reveals that the roughness of the barks is a determining factor on the stemflow. It is anticipated that the study may contribute to the determination of stemflow per hectare in hornbeam and oak stands.

**Key Words:** Bartın, *Carpinus betulus* L., interception, *Quercus cerris* L., precipitation

*Bu makaleye atf:*

İnan, Z., Şensoy, H., Bolat, İ., 2024. Pürüzsüz ve pürüzlü kabuk yapısına sahip ağaçlarda gövdeden akışın karşılaştırılması. Anadolu Orman Araştırmaları Dergisi, 10(1), 9-15.



Content of this journal is licensed under a Creative Commons Attribution NonCommercial 4.0 International Licence.

## 1. Giriş

Bitkilerin yaprak, dal, gövde gibi toprak üstü organları tarafından tutulan ve yeryüzüne ulaşmadan buharlaşan yağış miktarı intersepsiyon (Özhan, 2004); ağaçların tepe çatısı ve diğer toprak üstü kısımlarınca tutulan yağışın, gövdeden aşağıya doğru akarak zemine ulaşması ise gövdeden akış olarak tanımlanmaktadır (Özhan, 1982; Çepel, 1993). Hidrolojik döngünün bir ögesi olan intersepsiyonun iki önemli bileşeninden biri orman altı yağış, diğeri gövdeden akış olsa da (Honda ve ark., 2015); genellikle gövdeden akış, intersepsiyonun küçük bileşeni olarak değerlendirilmektedir (Carlyle-Moses 2004; Limin ve ark., 2015). Bunun nedeni ise orman altına ulaşan brüt yağışın %0 ile %10'u arasındaki küçük kısmını gövdeden akışın oluşturmasıdır (Van Stan ve Gordon 2018). Belki de bu yüzden birçok çalışmada gövdeden akış, diğer bileşen olan orman altı yağış kadar incelenmemiş (Park ve ark., 2000; Honda ve ark., 2015), hatta orman altı yağışın büyük çoğunluğu oluşturması gövdeden akışın tamamen ihmal edilmesine neden olmuştur (Levia ve Frost 2003).

Gövdeden akış bitki gövdesindeki çözünebilir maddelerin yağışla birlikte noktasal olarak toprağa ulaşmasını sağladığından, tarım alanları ve orman ekosistemlerinde hidrolojik ve ekolojik öneme sahiptir (Levia ve Frost 2003). Özellikle ormanlarda gövdeden akışın zamansal değişimi, yüzey altı akışlarda önemli rol oynamaktadır (Levia ve ark., 2010). Diğer yandan gövdeden akışın özellikle kurak bölgelerde, bitkilerin hayatta kalmasına katkı sağladığı düşünülmektedir (Carlyle-Moses, 2004). Bu yönüyle gövdeden akış, ekolojik anlamda da önemlidir.

Birçok biyotik ve abiyotik faktörün etkisi altında olan gövdeden akış (Honda ve ark., 2015), bu faktörlerin karmaşık etkileşiminin bir fonksiyonu olarak da değerlendirilmektedir (Levia ve ark., 2015). Yağmur miktarı ve süresi (Carlyle-Moses, 2004; Staelens ve ark., 2008), rüzgâr hızı (Xiao ve ark., 2000; Sraj ve ark., 2008; Van Stan ve ark., 2011), atmosferik su isteği (Staelens ve ark., 2008) gibi meteorolojik faktörler ile ağaç türü (Levia ve Frost, 2003), yaprak özellikleri (Honda ve ark., 2015), gövde yapısı (Schooling ve Carlyle-Moses, 2015), tepe çatı alanı ve gövde çapı (Fan ve ark., 2015; Şensoy ve Tanyel 2021), dallanma açısı (Gotsch ve ark., 2018; Magliano ve ark., 2019) gibi vejetatif faktörler gövdeden akış üzerinde etkilidir. Etkili vejetatif faktörlerden birisi de kabuk yapısı ve karakteristikleridir (Livesley ve ark., 2014, Van Stan ve ark., 2016).

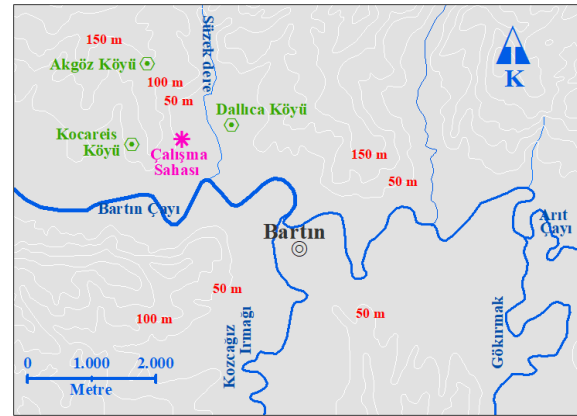
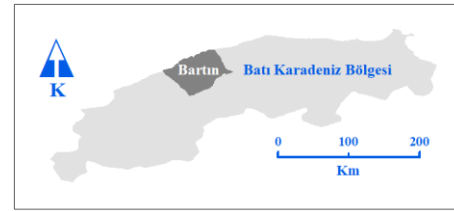
Kalınlık, pürüzlülük, oluk deseni, geçici su depolama kapasitesi gibi etmenler gövdeden akışı etkileyen kabuk karakteristikleridir (Crockford ve Richardson 2000; Livesley ve ark., 2014; Van Stan ve ark., 2016; Şensoy ve Tanyel 2021; İlek ve ark., 2021). Örneğin kabuk kalınlığı ve tipi; ıslanabilirliği ve akışkanlığı etkilediği için gövdeden akış üzerinde değişkenlik oluşturabilmektedir. (Crockford ve Richardson, 2000). Kabuk özelliklerinin gövdeden akış üzerindeki etkilerini araştıran çalışmalar halen güncelliğini korumaktadır (Gonzalez-Martinez ve ark., 2022; Siegert ve ark., 2023; Zhang ve ark., 2023). Kabuk özelliklerinden biri olan, pürüzlülüğün etkilerini ortaya koyan benzer çalışmalar olmakla birlikte; farklı ağaç türlerinin gövdeden akış üzerinde oluşturduğu dinamik etki değişkendir. Türler göre pürüzlü ve pürüzsüz gövde kabuklarından oluşan gövdeden akış değerleri çok farklı olabilmektedir. Dolayısıyla

bu çalışmada pürüzlü ve pürüzsüz kabuklara sahip iki farklı türde meydana gelen gövdeden akışın belirlenmesi ve aralarında farklılık olup olmadığının ortaya konulması hedeflenmiştir.

## 2. Materyal ve Yöntem

### 2.1 Çalışma alanının tanıtımı

Araştırma Bartın şehir merkezine 3 km uzaklıkta olan Kocareis-Dallıca köyü sınırlarında yer alan ormanlık alanda gerçekleştirilmiştir (Şekil 1). Çalışma alanı (41°39'01" 32°18'47") koordinatlarında, ortalama 35 m yükseltiye sahip bir orman olup, etrafı çevrili ve korunan özelliktedir.



Şekil 1. Araştırmanın gerçekleştirildiği çalışma sahasının haritası

Çalışma alanının bakışı doğu, ortalama eğimi %25-30 aralığındadır. Çalışma alanına yakın ve güneydoğusunda konumlu olan Bartın kent merkezinin yıllık ortalama sıcaklık değeri 12,74 °C ve yıllık ortalama yağış miktarı ise 1039,73 mm olarak belirtilmektedir (Şensoy ve Ateşoğlu 2018). Bölgenin ortalama bağıl nemi %76,5 olup; kış en fazla, ilkbahar ise en az yağış görülen mevsimlerdir (Şensoy, 2010).

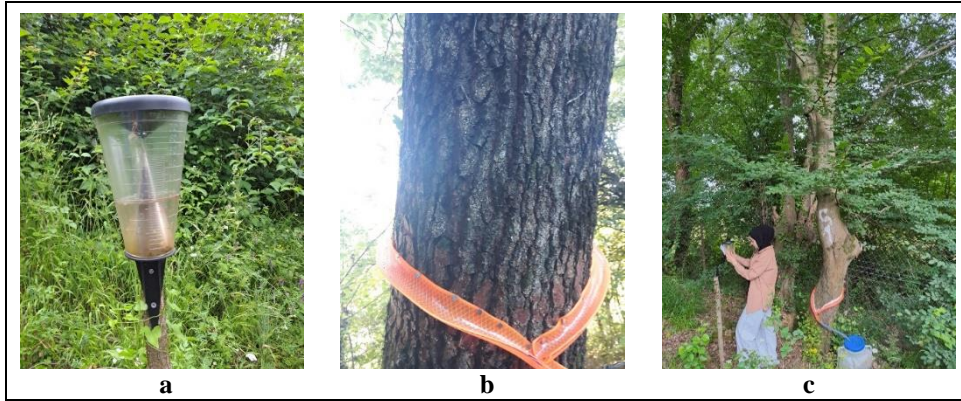
Gövdeden akışın belirlenmesinde bölgede geniş yayılış gösteren ve çalışma amacına uygun iki tür tercih edilmiştir. Bu türler saçlı meşe (*Quercus cerris* L.) ve gürgen (*Carpinus betulus* L.) olup; türlerin kabuk yapısının çalışma amacına uygun olması en önemli tercih nedenidir. Bu türlerin haricinde akçağaç, kızılıçık, defne, kocayemiş, kurtbağrı gibi ağaç ve çalılar, çalışma alanında yaygın bulunan diğer türlerdir. Çalışma alanındaki birey ağaçlar mümkün olduğunca yatay bir hat gözetilerek seçilmişlerdir. Bu yatay doğrultunun toplam uzunluğu 240 metredir. Bu şekilde mümkün olduğunca kısa ve dar bir hat seçilerek, meteorolojik faktörlerin etkisinin minimize edilmesi amaçlanmıştır.

## 2.2 Yağmur miktarı ve gövdeden akışın belirlenmesi

Çalışma alanına düşen toplam yağmur miktarının belirlenmesinde orman içinde uygun bir açıklığa tesis edilen yağışölçer kullanılmıştır. Yağış ölçümleri Kasım ve Aralık 2022 tarihleri içinde iki aylık dönemde, her yağmur olayı sonrasında gerçekleştirilmiştir. Yağmur miktarı her yağış olayı sonrasında belirlenmiş ve kaydedilmiştir (Şekil 2a). Yağışölçerin yağmur tutma haznesinin çapı ve tutulan toplam yağmur miktarı, birim alana (m<sup>2</sup>) oranlanarak metrekareye düşen miktar belirlenmiştir. İki yağmur olayının farklı yağışlar olarak kabul edilebilmesi için aralarında yağışsız belli bir zaman dilimi olması göz önünde bulundurulmaktadır. Birçok araştırmacı bu zaman dilimini dört saat olarak uygulamıştır (Xiao ve ark., 2000; Nytech ve ark., 2019; Şensoy ve Tanyel, 2021; Şensoy ve Tanyel, 2022). Bu çalışmada da iki yağışı farklı olaylar şeklinde değerlendirmek için aralarında en az dört saatlik yağışsız süre olması esas alınmıştır. Miktarı belli bir değerin altında olan yağışlar gövdeden akış oluşturmadığından (Silva ve Okumura, 1996;

Zabret ve ark., 2018), gövdeden akış ölçümlerinde 7 mm seviyesinin altındaki yağışlar değerlendirmeye alınmamıştır.

Gövdeden akış, birey ağaçların gövdesine sarmal şekilde yerleştirilen plastik oluklardan (Şekil 2b) gelen yağmurun, ağzı kapalı bir toplama tankında biriktirilmesiyle tespit edilmiştir (Şekil 2c). Oluklar ağaç gövdesine tesis edilmeden önce, bazı ağaçların gövdesinde mevcut olan sarmaşık, ökse otu gibi yabancı materyaller ağaç gövdesine zarar vermeden temizlenmiştir. Olukların sarmal şekilde ağaç gövdesine tespiti için 4,5 cm çapa sahip, uygun ve yeterli uzunlukta plastik malzeme kullanılmıştır. Bu plastik oluklar öncelikle ince çiviler yardımıyla ağaç gövdelerine tutturulmuş, ardından arada kalan küçük boşluklar su geçirmez yapıştırıcılar kullanılarak doldurulmuştur. Bu şekilde gövdeden akan yağışların oluklarda tutularak bir toplayıcı tanka aktarılması sağlanmıştır. Tanklarda biriken gövdeden akış suyu, yağış miktarının belirlenmesinde olduğu gibi, her yağmur olayı sonrasında ölçülmüş ve kaydedilmiştir.



Şekil 2. Çalışma alanına tesis edilen yağış ölçer (a), gövdeden akış düzeneği (b) ve toplama tankı (c)

Gövdeden akışın her ağaç için mm cinsinden derinliğinin belirlenmesinde, o ağacın toplam gövde akış miktarı ve tepe örtü alanı arasındaki ilişki esas alınmıştır (Livesley ve ark., 2014; Honda ve ark., 2015).

$$D_{GA} = T_{GA} / TÖA \quad [1]$$

Eşitlik 1'de  $D_{GA}$ , gövdeden akış derinliğini (mm),  $T_{GA}$ , toplam gövdeden akış miktarını (m<sup>3</sup>),  $TÖA$  ise ölçüm ağacının tepe örtü alanını (m<sup>2</sup>) ifade etmektedir. Tepe örtü alanı, her ağaç için yer yüzeyine düşen yatay izdüşümün ölçülmesiyle belirlenmiştir. Bunun için sekiz yönde tepe izdüşüm uç noktaları ile ağaç gövdesi arasındaki uzaklık belirlenmiş ve ortalaması alınarak tepe örtüsü çap değeri tespit edilmiş ve örtü alanının belirlenmesinde kullanılmıştır (Bellot ve Escarre, 1998; Ahmadi ve ark., 2009). Sonrasında gövdeden akış, açık alana düşen yağışın yüzdesi olarak da belirlenmiştir. Hesaplama alttaki formül (Eşitlik 2) kullanılmıştır.

$$\%GA = (T_{GA} / TY) * 100 \quad [2]$$

Eşitlik 2'de  $TY$ , açık alana düşen brüt yağışı (mm),  $GA$  ise gövdeden akışın toplam yağışa oranını (%) ifade etmektedir.

## 2.3 Birey ağaçların tespiti ve kabuk pürüzlülüğünün belirlenmesi

Pürüzlü gövde kabuğuna sahip saçlı meşe ve pürüzsüz gövde kabuğuna sahip gürgen türlerinin her birinden beş adet örnek ağaç çalışma alanında rastgele belirlenmiştir. Ağaçların göğüs seviyesindeki kabuklarının pürüzlü (çatlaklı) derinlikleri hassas şekilde ölçülerek kabuk pürüzlülüğü belirlenmiştir (Levia ve Herwitz, 2005). Bu belirlemede mekanik olarak en az dört farklı noktadan alınan pürüzlü kabuk derinliği ölçülmüş ve ortalaması kullanılmıştır (Van Stan ve ark., 2016). Bu işlem sonrasında meşe bireylerinde ortalama kabuk pürüzlülüğü 0,4 cm olarak belirlenmiştir. Gürgen bireylerinde ise kabuk pürüzlülüğü çok az olduğundan, pürüzlülük değeri sıfır olarak alınmıştır. Öte yandan çalışma alanındaki ağaçların boy ve çapları da çeşitlilik göstermektedir. Meşe ağaçlarının boyları 9 ile 23 m, çapları ise 20,5 ile 57 cm arasında; gürgen ağaçlarının boyları 11,5 ile 25 m, çapları ise 20,5 ile 38 cm arasında değişmektedir. Meşelerde ortalama boy 17,6 (±6,23) m ve ortalama çap 39,4 (±16,37) cm iken; gürgenlerde ortalama boy 17,1 (±5,20) m ve ortalama çap ise 27,2 (±7,25) cm olmuştur (Çizelge 1).

**Çizelge 1.** Örnek ağaçlara ilişkin bazı morfolojik parametreler

Ağaç No	Ağaç çapı (cm)	Ağaç boyu (m)	Tepe Örtü Alanı (m <sup>2</sup> )	Kabuk Pürüzlülüğü (cm)
Gürgen 1	29,0	25,0	44,15	0
Gürgen 2	20,5	19,0	70,84	0
Gürgen 3	38,0	11,5	53,42	0
Gürgen 4	28,0	16,0	53,42	0
Gürgen 5	20,5	14,0	21,63	0
Meşe 1	44,0	22,0	63,58	0,4
Meşe 2	57,0	23,0	143,06	0,5
Meşe 3	20,5	9,0	28,26	0,3
Meşe 4	51,5	21,0	159,40	0,5
Meşe 5	24,0	13,0	23,74	0,3

## 2.4 İstatistik analiz

Çalışmada elde edilen sonuçlar istatistik analiz yöntemleriyle değerlendirilmiştir. Analizde bağımsız örneklem olarak gövdeden akış alınmış ve farklı kabuk kalınlığına sahip gürgen ve meşe türleri ise grupları oluşturmuştur. Farklı kabuk derinliğine sahip meşe ve gürgen ağaçlarından oluşan gövdeden akış değerleri arasında fark olup olmadığı ve verilerin homojenlik durumu bağımsız t testi (Independent Samples T-test) ve Levene testi ile ortaya konulmuştur. Sonuçlar  $\alpha=0,05$  seviyesinde istatistiksel olarak farklı kabul edilmiştir. İstatistik analizlerde SPSS 22.0 paket programı kullanılmıştır (SPSS v.22.0, 2015).

## 3. Bulgular ve Tartışma

Çalışma alanında çalışma dönemi boyunca gövdeden akış oluşturan toplam sekiz yağmur olayı gerçekleşmiş ve m<sup>2</sup>'ye toplam 175,4 mm yağış düşmüştür. Öte yandan çalışma döneminde gövdeden akış oluşturmayan yağış olayları da gerçekleşmiş ancak değerlendirmeye alınmamıştır. Açık alana düşen toplam yağış miktarı ve ölçüm zamanı Çizelge 2'de görülmektedir.

**Çizelge 2.** Açık alanda ölçümlenen yağış olaylarının miktarı ve tarihleri

Yağış Olayı	Ölçüm Tarihi	Yağış Miktarı (mm)
1	18.11.2022	14,2
2	25.11.2022	68,3
3	26.11.2022	25,8
4	27.11.2022	7,0
5	04.12.2022	12,4
6	14.12.2022	20,3
7	16.12.2022	12,4
8	27.12.2022	15,0
Toplam		175,4

Gövdeden akış derinliği (mm) ve gövdeden akışın açık alana düşen toplam yağışa oranı (%) gürgen ve meşelerde sekiz yağış olayında belirlenmiştir. Bu yağış olaylarında gürgen ve meşelerde ayrı ayrı 40, toplamda ise 80 ölçüm gerçekleştirilmiştir. Bu ölçümlerin toplam miktar, derinlik ve açık alana düşen yağışa oranı Çizelge 3'te gösterilmiştir. Gövdeden akışın toplam yağışa oranı göz önüne alındığında, gürgenlerin meşelerden daha fazla ortalama gövde akışı ürettiği belirlenmiştir

**Çizelge 3.** Gürgen ve meşe türlerinde belirlenen gövdeden akış değerleri ve toplam yağışa oranları

Ağaç No	Toplam Gövdeden Akış Miktarı (mm)	Toplam Gövdeden Akış Derinliği (mm)	Açık Alana Düşen Toplam Yağışa Oranı (%)
Gürgen 1	324,3	7,35	4,50
Gürgen 2	159,45	2,25	1,35
Gürgen 3	156,63	2,93	1,78
Gürgen 4	96,54	1,81	1,21
Gürgen 5	98,75	4,57	2,97
Meşe 1	294,37	4,63	2,35
Meşe 2	173,06	1,21	0,63
Meşe 3	112,97	4,00	2,10
Meşe 4	146,84	0,92	0,51
Meşe 5	48,35	2,04	1,14

Toplam 80 yağış olayı esas alındığında gövdeden akışın düşen yağışa yüzdesi gürgen ağaçlarında en yüksek Gürgen1'de %4,50 ve en düşük ise Gürgen4'te %1,21 olurken; ortalama %2,36 ( $\pm 0,32$ ) olarak gerçekleşmiştir. En yüksek gövdeden akış 16 Aralık 2022'deki yağmurdan sonra Gürgen1'de % 8,77 olarak belirlenmiştir. Meşelerde ise en yüksek ve en düşük gövdeden akış oranları Meşe1 ve Meşe4'te sırasıyla %2,35 ve %0,51 olmuştur. Meşelerdeki ortalama gövdeden akış oranı ise %1,35 ( $\pm 0,24$ ) şeklindedir. En düşük gövdeden akış 18 Kasım 2022'deki yağmurdan sonra Meşe4'te %0,04 olarak tespit edilmiştir. 80 gövdeden akış verisi kullanılarak gerçekleştirilen istatistik analiz sonucunda gürgen ve meşe türlerinin ürettiği gövdeden akış miktarları arasında fark olduğu belirlenmiştir ( $p \leq 0,05$ ) (Çizelge 4).

Bu çalışmada pürüzlü kabuk özelliği gösteren meşeler, açık alana düşen yağışın %1,35'i kadar gövdeden akış oluşturmuşlardır. Daha önce yapılan çalışmalarda meşe türlerinde çok farklı seviyelerde gövdeden akış değerleri ölçümlenmiştir. Bu değerler toplam yağışın %1'inden daha düşük olabildiği gibi (Andre ve ark., 2008), %1,1 (Cayuela ve ark., 2018), %2,3 (Cruz-Garcia ve ark., 2020), %9,8 (Özhan, 1982) gibi değerler de raporlanmıştır. Bu çalışma sonuçları her ne kadar farklı meşe türlerinde elde edilmiş olsa da genel anlamda gövdeden akış oldukça değişken sonuçlar içerebilmektedir (Levia ve Frost, 2006, Levia ve ark., 2010). Öyle ki aynı türlerin bireyleri arasında bile çok farklı gövdeden akış değerleri görülebilmektedir (Park ve Cameron, 2008; Cayuela ve ark., 2018). Bu çalışmada gürgende ortalama %2,36 oranında gövdeden akış gerçekleşmiştir. Gürgen baltalığı ya da meşceresinde önceki çalışmalarda raporlanan gövdeden akış değerleri meşelere oranla daha yüksektir. Kramer ve Hölscher (2009) kayın ve gürgen gibi pürüzsüz gövdelere sahip meşcilerinin dişbudak, çınar türlerinden daha fazla gövdeden akış ürettiğini belirtmektedir. Benzer şekilde çoğunluğu (%85 oranında) gürgenden oluşan baltalık meşceresinde %17,1 oranında gövdeden akış belirlenmiştir (Özhan, 1982). Genel olarak bakıldığında gürgen, kayın gibi pürüzsüz gövdelerin, pürüzlü diğer ağaçlara oranla daha fazla gövdeden akış ürettiği ifade edilebilir.

**Çizelge 4.** Gürgen ve meşede oluşan gövdeden akış verilerine ilişkin grup değerleri ve t-testi sonuçları

Değişken	Gruplar	N	X	SS	T testi		
					t	sd	p
Gövdeden Akış	Gürgen	40	2,36	2,02	2,545	78	0,013
	Meşe	40	1,35	1,51			

Kabuk özelliklerinin gövdeden akışı etkilediği birçok çalışmada ortaya konmuştur (Navar, 1995; Levía ve Herwitz, 2005; Van Stan ve ark., 2016; Oka ve ark., 2021; Şensoy ve Tanyel, 2021). Kabuğu daha çatlaklı-pürüzlü türler düz kabuk yapısına sahip türlerden daha düşük gövdeden akış üretmekte (Andre ve ark., 2008; Van Stan ve Levía 2010) ve kabuk dokusu benzer ağaç türlerindeki gövdeden akış değerlerinin farklı olmasında önemli bir etken olarak belirtilmektedir (Levia ve ark., 2010). Bu çalışmada elde edilen değerler de kabuk pürüzlülüğünün gövdeden akışı etkilediği şeklinde raporlanan bulguları doğrular niteliktedir.

Gövdeden akış toprak-su dinamiklerini etkilediği için (Gonzalez-Ollauri ve ark., 2020) toprak-su-bitki ilişkilerinde önemli bir yere sahiptir. Gövdeden akış sonucunda toprağın nemlilik hali açık alanda oluşan yağıştan yaklaşık 4,5 kat daha fazladır (Navar, 2011). Çalılar ağaçlara oranlara daha yüksek gövdeden akış oluşturdıkları için (Magliano ve ark., 2019), bitki formasyonu da gövdeden akışı etkilemektedir. Bu örneklerden anlaşılacağı gibi gövdeden akış bitki-toprak-su arasındaki geçişler ve hidrolojik ilişkiler açısından oldukça önemlidir. Hidrolojik ilişkilerin yanında ekolojik olarak da gövdeden akışın önemli bir işleve sahip olduğu ifade edilebilir. Gövdeden akış oluşumunun özellikle yıllık yağışın düşük olduğu kesimlerde odunsu bitkilerin büyümesine katkı sağladığı (Chen ve ark., 2021) göz önünde bulundurulduğunda, bu koşullara uyum sağlayabilen bir meşe meşceresinde gövdeden akışın ekolojik açıdan da çok önemli bir görev üstlendiği ifade edilebilir.

Diğer yandan bu çalışmadan elde edilen sonuçlar, özellikle gürgen ve meşe ormanlarında ağaç sayısı ve gövde alanı verileriyle ilişkilendirilerek; hektarda meydana gelen gövdeden akışın belirlenmesinde kullanılabilir. Çünkü hektarda gövdeden akışın belirlenmesinde ağaç sayısı ve gövde yüzey alanı sonuç üzerinde belirleyici olmaktadır (Dezhban ve ark., 2020). Temsil niteliği dikkate alınarak ağaç seçimi yapıldığında veya bir meşcere üzerinde deneme alanı alınarak örnekler belirlendiğinde gövdeden akışa ilişkin daha belirgin sonuçlar elde edilebilir.

#### 4. Sonuçlar

Daha çatlaklı ve pürüzlü bir kabuk yapısına sahip olan meşenin (açık alana düşen toplam yağışa oranı %1,35) birim alandan ürettiği gövdeden akış miktarı, nispeten pürüzsüz olan gürgenden (açık alana düşen toplam yağışa oranı %2,36) daha düşük gerçekleşmiştir. Nitekim gürgende, meşenin iki katına yakın gövdeden akış gerçekleşmiştir ve aralarında önemli bir farklılık mevcuttur. Çalışmanın gürgen ve meşe meşcerelerinde hektarda meydana gelen gövdeden akışın belirlenmesine katkı sağlayabileceği öngörülmektedir.

Buradan hareketle ormanlık havzalarda yapılacak olan ağaçlandırma çalışmalarında infiltrasyon, toprak nemi dinamikleri ve dolayısıyla yağış sularının yeraltında depolanmasını etkileyen gövdeden akış oluşumu dikkate alınarak; su üretimin esas amaç olduğu havzalarda uygun ağaç türü/türleri tercih edilmelidir. Bir intersepsiyon ögesi olarak her ne kadar miktarı az gibi görünse de yağış dağılımındaki düzensizliklerin sonrasında yer altı su kaynaklarının olumsuz etkilenmesi ile hidrolojik dengenin bozulmasını engellemesi yönüyle, gövdeden akış miktarı önemli bir bileşen olabilir. Bu

nedenle, gelecekteki çalışmalar, yağış olayları sırasında ağacın yakın çevresinde meydana gelen hidrolojik ve biyojeokimyasal süreçlerde gövde akışının etkisini dikkate almalıdır.

#### Teşekkür

Bu çalışma 1919B012109760 başvuru numaralı TÜBİTAK 2209 projesi kapsamında desteklenmiştir.

#### Kaynaklar

- Ahmadi, M.T., Attarod, P., Marvi Mohadjer, M.R., Rahmani, R., Fathi, J., 2009. Partitioning rainfall into throughfall, stemflow, and interception loss in an oriental beech (*Fagus orientalis* Lipsky) forest during the growing season. *Turkish Journal of Agriculture and Forestry*, 33, 557-568.
- Andre, F., Jonard, M., Ponette, Q., 2008. Influence of species and rain event characteristics on stemflow volume in a temperate mixed oak-beech stand. *Hydrological Processes*, 22, 4455-4466.
- Bellot, J., Escarre, A., 1998. Stemflow and throughfall determination in a resprouted Mediterranean holm-oak forest. *Annals of Forest Sciences*, 55, 847-865.
- Carlyle-Moses, D.E., 2004. Throughfall, stemflow, and canopy interception loss fluxes in a semi-arid Sierra Madre Oriental matorral community. *Journal of Arid Environments*, 58, 181-202.
- Cayuela, C., Llorens, P., Sanchez-Costa, E., Levía, D.F., Latron, J., 2018. Effect of biotic and abiotic factors on inter- and intra-event variability in stemflow rates in oak and pine stands in a Mediterranean mountain area. *Journal of Hydrology*, 560, 396-406.
- Chen, N., Zhang, Y., Zhao, C., 2021. On the importance of stemflow to the woody plants in drylands: Individual vs. ecosystem scales. *Journal of Hydrology*, 601, 126591.
- Crockford, R.H., Richardson, D.P., 2000. Partitioning of rainfall into throughfall, stemflow and interception: effect of forest type, ground cover and climate. *Hydrological Processes*, 14, 2903-2920.
- Cruz-Garcia, F., Gonzalez, J.C.M., Teclé, A., Wehenkel, C., Perez-Verdin, G., 2020. Effects of stand variables on stemflow and surface runoff in pine-oak forests in northern Mexico. *Plos One*, 0235320.
- Çepel, N. 1993. Toprak Su Bitki İlişkileri, İÜ Yayın No 3794, 236 sayfa, İstanbul.
- Dezhban, A., Attarod, P., Amiri, G.Z., Pypker, T.G., Nanko, K., 2020. The variability of stemflow generation in a natural beech stand (*Fagus orientalis* Lipsky) in relation to rainfall and tree traits, *Ecohydrology*, 13(3), e2198.
- Fan, J., Oestergaard, K.T., Guyot, A., Jensen, D.G., Lockington, D.A., 2015. Spatial variability of throughfall and stemflow in an exotic pine plantation of subtropical coastal Australia. *Hydrological Processes*, 29, 793-804.
- Gonzalez-Martinez, T.M., Williams-Linera, G., Holwerda, F., 2022. Interactive effects of functional traits and rainfall event size on stemflow in a tropical montane cloud forest, *Ecohydrology*, 15(8), e2466.
- Gonzalez-Ollauri, A., Stokes, A., Mickovski, S.B., 2020. A novel framework to study the effect of tree architectural

- traits on stemflow yield and its consequences for soil-water dynamics. *Journal of Hydrology*, 582, 124448.
- Gotsch, S.G., Draguljic, D., Williams, C.J., 2018. Evaluating the effectiveness of urban trees to mitigate storm water runoff via transpiration and stemflow. *Urban Ecosystems*, 21, 183-195.
- Honda, E.A., Mendonça, A.H., Durigan, G., 2015. Factors affecting the stemflow of trees in the Brazilian Cerrado. *Ecohydrology*, 8, 1351-1362.
- Ilek, A., Van Stan, J.T., Morkisz, K., Kucza, J., 2021. Vertical variability in bark hydrology for two coniferous tree species. *Frontiers in Forests and Global Change*, 4, 687907.
- Kramer, I., Hölscher, D., 2009. Rainfall partitioning along a tree diversity gradient in a deciduous old-growth forest in Central Germany. *Ecohydrology*, 2, 102-114.
- Levia Jr., D.F., Frost, E.E., 2003. A review and evaluation of stemflow literature in the hydrologic and biogeochemical cycles of forested and agricultural ecosystems. *Journal of Hydrology*, 274, 1-29.
- Levia, D.F., Herwitz, S.R., 2005. Interspecific variation of bark water storage capacity of three deciduous tree species in relation to stemflow yield and solute flux to forest soils. *Catena*, 64, 117-137.
- Levia Jr., D.F., Frost, E.E., 2006. Variability of throughfall volume and solute inputs in wooded ecosystems. *Progress in Physical Geography*, 30(5), 605-632.
- Levia, D.F., Van Stan II, J.T., Mage, S.M., Kelley-Hauske, P.W., 2010. Temporal variability of stemflow volume in a beech-yellow poplar forest in relation to tree species and size. *Journal of Hydrology*, 380, 112-120.
- Levia, D.F., Michalzik, B., Nathe, K., Bischoff, S., Richter, S., Legates, D.R., 2015. Differential stemflow yield from European beech saplings: the role of individual canopy structure metrics. *Hydrological Processes*, 29, 43-51.
- Limin, S.G., Oue, H., Sato, Y., Budiasa, I.W., Setiawan, B.I., 2015. Partitioning rainfall into throughfall, stemflow, and interception loss in clove (*Syzygium aromaticum*) plantation in Upstream Saba River Basin, Bali, *Procedia Environmental Sciences*, 28: 280-285.
- Livesley, S.J., Baudinette, B., Glover, D., 2014. Rainfall interception and stemflow by eucalypt street trees—The impacts of canopy density and bark type. *Urban Forestry & Urban Greening*, 13, 192-197.
- Magliano, P.N., Whitworth-Hulse, J.I., Baldi, G., 2019. Interception, throughfall and stemflow partition in drylands: Global synthesis and meta-analysis. *Journal of Hydrology*, 568, 638-645.
- Navar, J., 1993. The causes of stemflow variation in three semi-arid growing species of northeastern Mexico. *Journal of Hydrology*, 145, 175-190.
- Navar, J., 2011. Stemflow variation in Mexico's northeastern forest communities: Its contribution to soil moisture content and aquifer recharge. *Journal of Hydrology*, 408 (1-2), 35-42.
- Nytch, C.J., Melendez-Ackerman, E.J., Perez, M.E., Ortiz-Zayas, J.R., 2019. Rainfall interception by six urban trees in San Juan, Puerto Rico. *Urban Ecosystems*, 22, 103-115.
- Oka, A., Takahashi, J., Endoh, Y., Seino, T., 2021. Bark effects on stemflow chemistry in a Japanese Temperate Forest I. The Role of Bark Surface Morphology. *Frontiers in Forests and Global Change*, 4, 654375.
- Özhan, S., 1982. Belgrad Ormanındaki bazı meşcerelerde evapotranspirasyonun deneysel olarak saptanması ve sonuçlarının ampirik modellerle karşılaştırılması, İÜ Yayın No 2906, 183 sayfa, İstanbul.
- Özhan, S., 2004. Havza Amenajmanı, İÜ Yayın No 4510, 384 sayfa, İstanbul.
- Park, H., Hattori, S., Kang, H., 2000. Seasonal and inter-plot variations of stemflow, throughfall and interception loss in two deciduous broad-leaved forests. *Journal of Japan Society of Hydrology and Water Resources*, 13(1), 17-30.
- Park, A., Cameron, J.L., 2008. The influence of canopy traits on throughfall and stemflow in five tropical trees growing in a Panamanian plantation. *Forest Ecology and Management* 255, 1915-1925.
- Schooling, J.T., Carlyle-Moses, D.E., 2015. The influence of rainfall depth class and deciduous tree traits on stemflow production in an urban park. *Urban Ecosystems*, 18, 1261-1284.
- Siegert, C., Ilek, A., Wade, A., Schweitzer, C., 2023. Changes in bark properties and hydrology following prescribed fire in *Pinus taeda* and *Quercus montana*, *Hydrological Processes*, 37(1), e14799.
- Silva, I.C., Okumura, T., 1996. Throughfall, stemflow and interception loss in a mixed white oak forest (*Quercus serrata* Thunb.). *Journal of Forest Research*, 1, 123-129.
- SPSS v.22.0, 2015. Guide to Data Analysis.
- Sraj, M., Brilly, M., Mikos, M., 2008. Rainfall interception by two deciduous Mediterranean forests of contrasting stature in Slovenia. *Agricultural and Forest Meteorology*, 148(1), 121-134.
- Staelens, J., De Schrijver, A., Verheyen, K., Verhoest, N.E.C., 2008. Rainfall partitioning into throughfall, stemflow, and interception within a single beech (*Fagus sylvatica* L.) canopy: influence of foliation, rain event characteristics, and meteorology. *Hydrological Processes* 22, 33-45.
- Şensoy, H., 2010. Yamaç şekillerinin toprak erozyonuna etkilerinin araştırılması, Doktora Tezi, Bartın Üniversitesi FBE, 163 s. Bartın.
- Şensoy, H., Ateşoğlu, A., 2018. Bartın yöresinde iklim tipi değişikliğine yönelik bir değerlendirme. *Bartın Orman Fakültesi Dergisi*, 20(3), 576-582.
- Şensoy, H., Tanyel, M., 2021. Effects of heavy rainfall on stemflow generation in some individual trees. *Fresenius Environmental Bulletin*, 30(06B), 7579-7595.
- Şensoy, H., Tanyel, M., 2022, Effect of heavy rain conditions on throughfall in evergreens and conifers in urban settings, *Polish Journal of Environmental Studies*, 31(1), 271-279.
- Van Stan, II J.T., Levia Jr., D.F., 2010. Inter- and intraspecific variation of stemflow production from *Fagus grandifolia* Ehrh. (American beech) and *Liriodendron tulipifera* L. (yellow poplar) in relation to bark microrelief in the eastern United States. *Ecohydrology*, 3, 11-19.
- Van Stan, J.T., Siegert, C.M., Levia, D.F. Jr., Scheick, C.E., 2011. Effects of wind-driven rainfall on stemflow generation between codominant tree species with differing crown characteristics. *Agricultural and Forest Meteorology*, 151(9), 1277-1286.
- Van Stan, J.T., Lewis, E.S., Hildebrandt, A., Rebmann, C., Friesen, J., 2016. Impact of interacting bark structure and rainfall conditions on stemflow variability in a temperate

- beech-oak forest, central Germany. *Hydrological Sciences Journal*, 61(11), 2071-2083.
- Van Stan, J.T., Gordon, D.A., 2018. Mini-review: stemflow as a resource limitation to near-stem soils. *Frontiers in Plant Science*, 9, 248.
- Xiao, Q., McPherson, E.G., Ustin, S.L., Grismer, M.E., 2000. A new approach to modeling tree rainfall interception. *Journal of Geophysical Research*, 105(23), 29173-29188.
- Zabret, K., Rakovec, J., Sraj, M., 2018. Influence of meteorological variables on rainfall partitioning for deciduous and coniferous tree species in urban area. *Journal of Hydrology*, 558, 29-41.
- Zhang, Y., Yuan, C., Chen, N., Levia, D.F., 2023. Rainfall partitioning by vegetation in China: A quantitative synthesis, *Journal of Hydrology*, 617(A), 128946.