



Farklı Meşcere Türlerinde Ormanaltı Yağış, Gövdeden Akış ve İntersepsiyonun Belirlenmesi

Senem GÜNEŞ ŞEN^{1*}, Miraç AYDIN¹

¹ Kastamonu Üniversitesi, Orman Fakültesi, Orman Mühendisliği Bölümü, Kastamonu/Türkiye

*E-mail: sgunes@kastamonu.edu.tr

Makale Bilgisi :

Geliş:
05/04/2024
Kabul Ediliş:
28/04/2024

Anahtar Kelimeler:

- Hidrolik döngü
- Ormanaltı yağış
- Gövdeden akış
- Müdahale

Öz

Yapılan bu çalışmada Karaçam, Kayın ve Gökmar meşcerelerinde ormanaltı yağış, gövdeden akış, toprağa ulaşan yağış ve intersepsiyon miktarlarının belirlenmesi ve meşcere türlerine göre yağışın dağılımının ortaya konması amaçlanmıştır. Araştırma bulgularına göre ormanaltı yağış; Karaçamda %70,92; Kayında %78,66; Gökmar'da %77,18 olarak, gövdeden akış değerleri; Karaçamda %0,99; Kayında %4,65 ve Gökmar meşceresinde %1,83 olarak, toprağa ulaşan yağış miktarı; Karaçamda %71,92; Kayında %83,31; Gökmar'da %79,01 olarak, intersepsiyon değerleri ise Karaçamda %28,10; Kayında %16,70 ve Gökmar meşceresinde %20,99 olarak bulunmuştur. Sonuç olarak gerçekleşen toplam yağışın %28,08'i Karaçam meşceresinde, %16,69'u Kayın meşceresinde, %20,99'u Gökmar meşceresinde intersepsiyon ile buharlaşarak havzanın su bütçesine katılmamıştır.

Determining the Amount of Throughfall, Stemflow and Interception in Different Types of Stands

Article Info

Received:
05/04/2024
Accepted:
28/04/2024

Keywords:

- Hydrological cycle
- Throughfall
- Stemflow
- Interception

Abstract

This study aimed to determine the amount of throughfall, stem flow, interception, and the total amount of precipitation in the Black Pine, Beech, and Fir forests. According to the results of the study, the throughfall values were 70,92% in black pine, 78,66% in Beech, and 77.18% in the Fir stand; the stemflow values were 0,99% in black pine, 4,65% in Beech, and 1,83% in the Fir stands; the amounts of precipitation reaching the forest floor were 71,92% in black pine, 83,31% in Beech, and 79,01% in the Fir stand; and the interception values were found to be 28.10% in black pine, 16,70% in Beech, and 20,99% in the Fir stand. As a result, 28.08% of the total rainfall in the Black Pine stand, 16.69% in the Beech stand, and 20.99% in the Fir stand evaporated due to interception and was not included in the water balance of the basin.

Atıf bilgisi / Cite as: Güneş Şen, S. & Aydın, M. (2024). Farklı Meşcere Türlerinde Orman altı Yağış, Gövdeden Akış ve İntersepsiyonun Belirlenmesi. Menba Kastamonu Üniversitesi Su Ürünleri Fakültesi Dergisi, 10(1), 115-123.

GİRİŞ

Hidrolojik açıdan Türkiye, yıllık ortalama yağış, buharlaşma ve yüzey suyu akışı açısından büyük farklılıklar gösteren, aynı zamanda havzalar içindeki yıllık yağış ve yıl içi yağış dağılımı açısından da büyük farklılıklar gösteren 25 büyük havzadan oluşmaktadır (Akkemik ve ark., 2005). Son yıllarda hem suyun önemi hem de iklim değişikliğinin boyutları artarken, Türkiye'nin de içinde yer aldığı Akdeniz havzası, iklim değişikliğinden en çok etkilenen bölgelerin başında geliyor ve etkilenmeye de devam edecektir (DSİ, 2009). Bu durumun daha sık ve şiddetli kuraklıklara, su kıtlığına, orman yangınlarının artmasına, hem biyolojik çeşitliliğin hemde tarım ve turizm gelirlerinin kaybına yol açacağı tahmin ediliyor (URL-1).

Su kullanımını artırmak amacıyla inşa edilen baraj rezervuarları da büyük miktarda suyun buharlaşma yoluyla kaybolmasına ve dolayısıyla su üzerindeki baskının artmasına neden olmaktadır (UNESCO, 1999; Muluk, 2009). Yapılan değerlendirmeler, mevcut su kaynaklarının yanında temiz ve kaliteli su üreten yapıların korunmasının önemi konusunda farkındalığın arttığını gösteriyor. Bu bağlamda orman ekosistemleri daha da önemli hale gelmişlerdir. Ormanların toprağın korunmasında etkili olmalarının yanı sıra, aynı zamanda su depolama, akış rejimlerinin ve su kalitesinin düzenlenmesi, taşkınların önlenmesi gibi olumlu hidrolojik ve hidrokimyasal rollere sahip oldukları da bilinmektedir (Özhan, 2004). Bu nedenle ormanların hidrolojik fonksiyonunun ve sistemdeki elemanların yapısının anlaşılması ve konularının ayrıntılı olarak incelenmesi, gelecekte temiz ve kaliteli su miktarının artırılması açısından çok faydalı olabilir.

Yağmur damlalarının atmosferden yeryüzüne ulaştığı su döngüsündeki aşamanın yani yağışın dispozisyonunun anlaşılması, havzalarda su üretimi amaçlı uygulanan silvikültürel müdahalelerin yapısını belirleyebilmektedir (Özyuvacı ve ark., 2004). Bu havzalardaki en önemli faktör, yağmur damlalarının toprağa ulaşmasını engelleyen ve dolayısıyla üretilen su miktarını belirleyen intersepsiyondur. Su kaynakları yönetimi ve iklim değişikliğinde önemli bir hidrolojik süreç olan intersepsiyon, yağmur, kar vb. yağışların yapraklar, tomurcuklar, gövdeler veya ölü örtü üzerinde tutulması ve bu kısımlardan buharlaşarak atmosfere geri dönmesi anlamına gelir (Arnell, 2002; Zhang ve ark., 2005). İntersepsiyon miktarı yağışın süresine, yoğunluğuna, bitki örtüsünün yapısına ek olarak yağış esnasında ve sonrasında buharlaşmayı kontrol eden meteorolojik koşullara bağlıdır (Rutter ve ark., 1975; Ward ve Robinson, 1990; Dingman, 2002; Brutsaert, 2005; Muzylo ve ark. 2009). İntersepsiyonun belirlenmesi, ormanaltı yağış ve gövdeden akış değerlerinin yanı sıra açık alandaki yağış miktarının da bilinmesini gerektirir (Lewis, 2003). Bir orman ekosistemindeki intersepsiyon miktarı; meşcerenin kapalılığına, meşcerenin tipine, meşcerenin yaşına, meşceredeki ağaç türüne ve mevsimlere göre değişmektedir (Çepel, 1986). İntersepsiyon ile tepe çatısından buharlaşarak atmosfere dönen yağışın yoğunluğu gelen yağışların önemli bir bölümünü ortadan kaldırarak orman ekosistemlerinin su dengesinde önemli bir rol oynamakta (Horton, 1919; Navar, 2017) ve hidrolojik süreçleri ve ekosistem verimliliğini etkilemektedir (Acharya, 2016). Bu nedenle, uzun dönem iklim değişikliği su kaynakları yönetiminde ve arazi kullanımının değişmesi bağlamında önem taşımaktadır.

Hidrolojik döngü içerisinde yağışın dizpozisyonunu oluşturan orman altı yağış, gövdeden akış ve intersepsiyon ölçümlerine Avrupada ilk defa 19. yüzyılın ortalarında (Molchanow, 1963), Amerika Birleşik Devletleri'nde ise 20. yüzyılın başlarında başlanmıştır (Zinke, 1967; Janík ve Pichler, 2008; Perez-Suarez ve ark., 2008; Konishi ve ark., 2006; Devlaemincka ve ark., 2005; Maloney ve ark., 2002). İntersepsiyon kaybı ile ilgili ilk model girişimi ise 1919'da Horton tarafından yapılmış, Gash ve Shuttleworth tarafından 2007'de yeniden üretilmiştir. Ancak 1970'li yıllara kadar intersepsiyon kaybı brüt yağış ile ampirik olarak türetilen ilişkiler kullanılarak tahmin edilmiştir. Horton'un çalışmasından sonra intersepsiyonu bir buharlaşma yöntemi olarak tanımlayan ilk kavramsal model 1970'lerin başında Rutter ve ark. (1971) tarafından ileri sürülmüştür (Muzylo ve ark., 2009). Ülkemizde ise bu konudaki ilk ölçümler 20. yüzyılın ilk yarısından sonra başlamış (Balcı ve Özyuvacı, 1988; Çepel, 1965), Özyuvacı, 1976; Özhan, 1982 ve Zengin, 1997'nin yapmış olduğu çalışmalarla devam etmiştir.

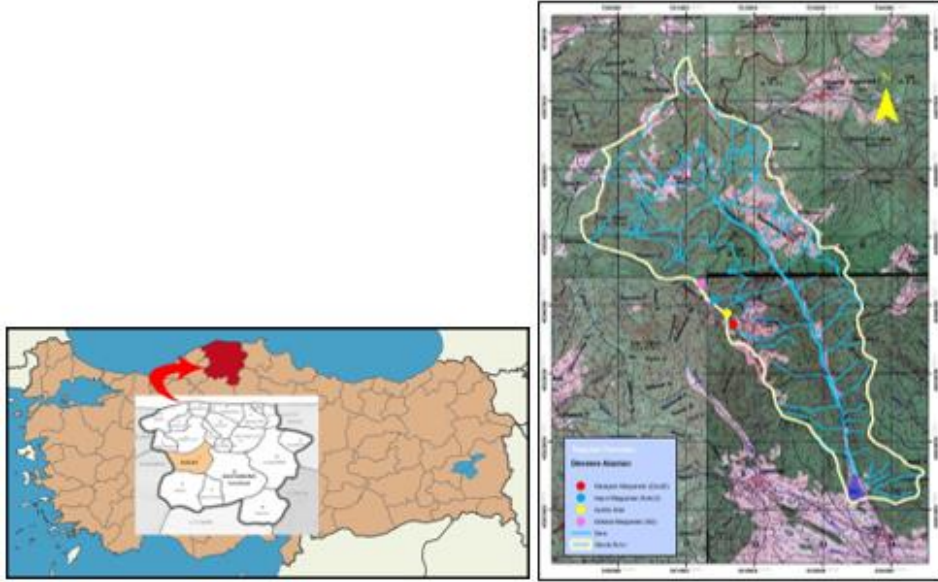
Ülkemiz orman ekosistemleri ve iklimindeki büyük farklılıklar göz önüne alındığında, farklı meşcere türlerinin su döngüsü öğelerini anlamak ve su bütçelerini değerlendirmek için bu tür araştırmalar çok önemli ve gereklidir.

Farklı meşcere türlerinde yağışın dağılımı üzerine etkilerinin araştırıldığı bu çalışma literatüre katkı sağlaması yanında yerel ağaçlandırma ve su kalitesinin iyileştirilmesi gibi çalışmalara altlık olması bakımından da önem arz etmektedir. Bu çalışma, Daday bölgesindeki karaçam, kayın ve göknar ormanlarında ormanaltı yağışı, gövde akışı, intersepsiyonu ve toprağa ulaşan toplam yağışı inceleyerek meşcere türlerine göre farklılıklarını ortaya koymaktadır. Ayrıca bu çalışma, Kastamonu ilinde FSC (FOREST Stewardship Council) kapsamındaki hidrolojik fonksiyonlu ormanların hidrolojik özelliklerinin hem belirlenmesi hemde izlenmesi sürecinde gerçekleştirilen ilk çalışma olması nedeniyle de önemlidir.

Araştırma Alanının Tanıtımı

Çalışma alanını Türkiye'nin Batı Karadeniz bölgesinde bulunan Kastamonu İlinin Daday ilçe sınırları içerisindeki Taşçılar Havzası (Şekil 1) oluşturmaktadır.

Daday ilçesinin yüzölçümü 997 km² olup denizden yüksekliği 800m'dir. İlçenin Kuzeyi Ballıdağ, güneyi Sarıçam Dağları ile kuşatılmıştır (İşler, 2010; Kuzka, 2013). Alandan Daday çayı ile Koldan deresi geçmektedir. İlçede sulama amaçlı, Yumurtacı, Taşçılar ve Bezirgân barajları bulunmaktadır (URL-2).



Şekil 1. Araştırma alanının konumu

Daday ilçesinin 63.868 hektarı ormanlık alanlardan oluşmakta olup (URL-3) asli ağaç türlerini Karaçam, Kayın, Gökmar, Sarıçam ve Meşe oluşturmaktadır (Anonim, 2010). Araştırma alanlarının yıllık yağış miktarı 700mm'nin üzerinde olup, yıllık ortalama sıcaklığı 8,8°C'dir. Alanın Thornthwaite yöntemine göre oluşturulan su bilançosuna göre belirlenen iklim tipi C1 B'1 d b'3 (yarı nemli-yarı kurak, orta sıcaklıkta (mezotermal), su fazlası olmayan veya çok az olan, okyanus iklimine yakın iklim) olarak belirlenmiştir.

MATERYAL VE YÖNTEM

Yapılan bu çalışmada Daday İlçesi Taşçılar Havzasında karaçam, kayın ve gökmar meşcerelerinde belirlenmiş olan deneme alanlarından elde edilen orijinal veriler ve çeşitli kurumlardan elde edilen istatistik veriler kullanılmıştır. Araştırma verileri, arazide yapılan ölçümler ve bilgisayar ortamında yapılan hesaplamalar ile elde edilmiştir. Arazide yapılan ölçümler yirmi dört ay boyunca her yağış sonrası ölçülerek elde edilmiştir.

Farklı meşcere türlerinde yağış dağılımını ve buna neden olan olguları karşılaştırmak için orman ekosistemlerinde meşcere türleri dışındaki diğer faktörlerin benzerliği temel alınmıştır (Zengin, 1997). Bu amaçla; eğim, bakı, mevki, yükseklik ve ana kaya özellikleri bakımından benzer yerler deneme alanları olarak seçilmiştir. Ayrıca deneme alanları arasında iklim faktörlerinden kaynaklanan farklılıkları en aza indirmek için çalışma alanları birbirine yakın seçilmiştir. Bu durum özellikle farklı nitelikteki meşcerelerin aynı miktarda yağış ve güneş ışığından yararlanmalarını sağlamak için önemlidir (Özhan, 1982). Her meşcere türü için 3 adet 400 m² (20m x 20m) (Özyuvacı, 1976; Özhan, 1982; Pehl ve Ray, 1983; Zengin, 1997) alana sahip ve 1 adet açık alanda (AA) yer alan kontrol parseli olmak üzere toplam 4 adet deneme parseli seçilmiştir. Deneme alanlarının kapalılık, yükseklik, eğim, bakı, meşcere tipi ve jeolojik yapı özellikleri Tablo 1'de verilmiştir.

Tablo 1. Deneme alanlarının genel özellikleri (Çk: Karaçam, Kn: Kayın G: Gökmar)

Deneme Alanı	Kapalılık (%)	Yükseklik (m)	Eğim Sınıfı	Bakı	Meşcere Tipi	Jeolojik yapı
Çk	41-70	1347	Sarp	Gölgeli	Çkcd2	Şist
Kn	71-100	1408	Çok Dik	Gölgeli	Knbc3	Şist
G	71-100	1445	Dik	Gölgeli	Gd	Şist

Çalışmada orman altı yağış ve açık alana düşen yağış miktarının belirlenmesi için standart yağış ölçerler kullanılmıştır (Özyuvacı, 1976; Hewlet, 1982; Zengin, 1997). Belirlenen meşcerelerde kurulan 20mx20m'lik deneme alanlarının her köşesine ve alanın orta noktasına rastgele yerleştirilen toplam 5 standart yağış ölçer ile yapılan ormanaltı yağış ölçümlerinin tüm alanı temsil etmesi amaçlanmıştır (Özhan ve ark., 2011) (Şekil 2).

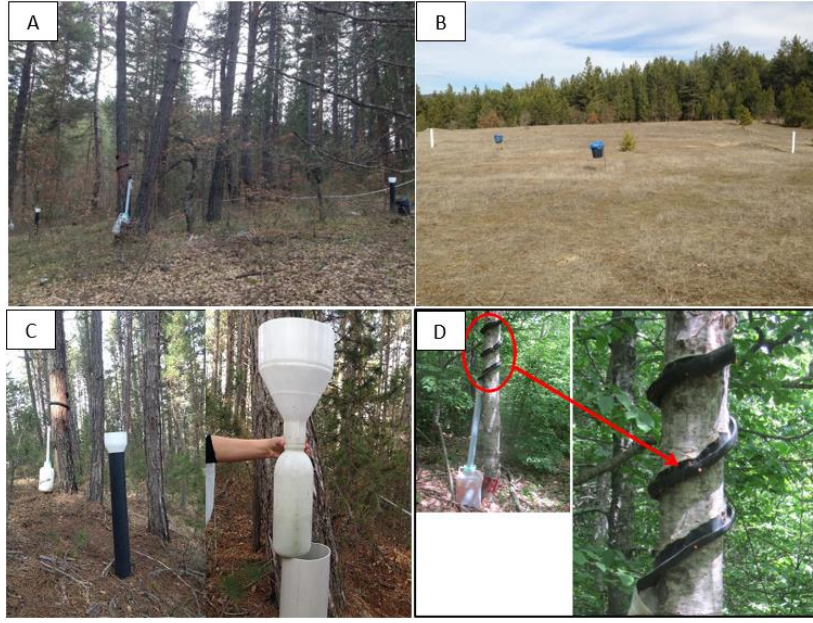
Gövdeden akış miktarının belirlenebilmesi için gövdeden akış düzeneklerinin kurulduğu ağaçlar her çap kademesini temsil edecek şekilde seçilmiş ve ölçümler yapılmıştır (Çepel, 1965; Özhan, 1982; Zengin,1997) (Şekil 2).

Toprağa ulaşan toplam yağış miktarı, gövdeden akış ve orman altı yağış miktarının toplanmasıyla bulunmuştur.

İntersepsiyon değeri ise formül 1 ve 2'ye göre hesaplanmıştır (Özhan, 1982; Zengin, 1997);

İntersepsiyon (mm) = Yağış (mm) – Toprağa ulaşan toplam yağış (mm) (Formül 1)

İntersepsiyon (%) = (İntersepsiyon (mm))/ (Yağış (mm)) (Formül 2)



Şekil 2. Meşcere içine kurulan deneme alanı (a), açık alana kurulan deneme alanı (b), ormanaltı yağışı ölçen standart yağış ölçer (c), gövdeden akış düzeneği (d)

Meşcere grupları arasında, analiz edilen değişkenler bakımından farklılık olup olmadığı da istatistiki testlerle gerçekleştirilmiştir. Çoklu gruplar karşılaştırılırken tek yönlü varyans analizi olan One-Way ANOVA için gereken homojenlik koşulları sağlanmadığından ($n < 30$ olduğundan) Kruskal-Wallis testi kullanılmıştır. Kruskal-Wallis testi tercihen iki veya daha fazla grubun bağımlı değişken üzerindeki ölçümlerini karşılaştırmak ve iki dağılım arasında anlamlı bir fark olup olmadığını ölçmek için kullanılır. miki grup için de Kruskal-Wallis testi Mann-Whitney U testiyle aynı sonuçları vermektedir. Bu nedenle üç veya daha fazla grubun dağılımları karşılaştırılarak gruplar arasında anlamlı fark bulunursa, farklılıkların kaynağını belirlemek için gruplara ikili olarak Mann-Whitney U testi kullanılır. Mann-Whitney U testi, t testinin parametrik olmayan eşdeğeridir. Mann-Whitney U testi için verilerin rastgele toplanması gerekir. Mann-Whitney U testinde elde edilen p değerinin 0,05'ten küçük olması gruplar arasında istatistiksel olarak anlamlı farkların olduğu anlamına gelir. Çalışmada örnek sayısının 30'dan az olması hata payının artmasına sebep olduğu için Bonferroni düzeltmesi yapılmıştır. Bonferroni düzeltmesi önem düzeyi/grup sayısı formülü ile belirlenir (Vialatte ve Cichocki, 2008). Bu çalışmada önem düzeyi (p), Bonferroni düzeltmesi ile grup sayısı 3 olduğunda $0,05/3 = 0,0167$, grup sayısı 4 olduğunda ise $0,05/4 = 0,0125$ olarak belirlenmiştir. Tüm istatistiki analizler SPSS programı ile yapılmıştır.

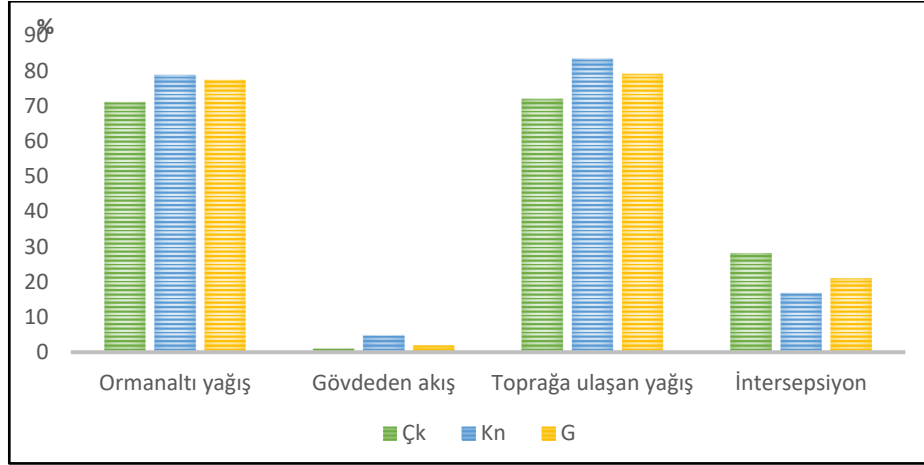
BULGULAR VE TARTIŞMA

Yağışın dispozisyonunu oluşturan ormanaltı yağış, gövdeden akış ve intersepsiyon değerlerini belirlemek amacı ile yapılan ölçüm sonuçları Tablo 2'de verilmiştir. Ölçüm sonuçlarına göre iki yıl boyunca havzada meydana gelen toplam yağış miktarı 1053,70 mm olarak ölçülmüştür. Yağışların %57,8'i kış döneminde, %42,2'si yaz döneminde düşmüştür.

Tablo 2. Deneme alanlarının genel özellikleri (Çk: Karaçam, Kn: Kayın G: Gökmar)

		Çk	Kn	G
Yıllık Yağış	(mm)	1053,70	1053,70	1053,700
Orman Altı Yağış	(mm)	746,88	828,10	812,95
	(%)	70,92	78,66	77,18
Gövdeden Akış	(mm)	10,58	49,42	19,39
	(%)	0,99	4,65	1,83
Toprağa Ulaşan Yağış	(mm)	757,46	877,52	832,34
	(%)	71,92	83,31	79,01
İntersepsiyon	(mm)	296,24	176,18	221,36
	(%)	28,10	16,70	20,99

Tablodaki değerleri incelediğimizde; ağaçların yaprakları, dalları, sürgünleri, gövdelerinden damlayan ve tepe çatısı arasındaki boşluklarından geçerek toprağa ulaşan orman altı yağış miktarı, açık alana düşen yağışın yüzdesi olarak Karaçamda %70,92 Kayında %78,66 ve Gökmar'da %77,18 olarak bulunmuştur (Şekil 3). Kayın türlerinin kış mevsiminde yapraklarını dökmeleri nedeniyle en yüksek ormanaltı yağışın ölçüldüğü meşcere olmuştur. Çam türlerinde ise dalların gövdeleri ile geniş açı yapması daha fazla yağışın damlayarak toprağa ulaşmasını sağlamaktadır (Zengin, 1997). Yağış ölçme noktalarına ilişkin değerler ile açık alanda ölçülen yağış değeri arasında anlamlı düzeyde farklılık olduğu bulunmuştur ($p < 0,05$). Tüm gruplar için Mann-Whitney U testleri ve Bonferroni düzeltmesi uygulanarak anlamlılık düzeyi 0,0125 olarak kabul edilmiştir. Ormanaltı yağış değerlerinde Karaçam-AA ve Gökmar-AA arasında anlamlı bir farklılık olduğu tespit edilmiştir ($p < 0,0125$) (Tablo 3). Karaçam üzerinde yapılan önceki çalışmalara göre orman altı yağış değerleri %68 (Özhan, 1982), %65 (Çepel, 1983), ve %60,1 (Zengin, 1997) olarak ölçülmüştür. Kayın üzerinde yapılan çalışmalarda ise ormanaltı yağışın %55-76 (Yeşilkaya, 1979), %76 (Aussenac, 1968), %70-80 (Nihlgard, 1969), %82-87 (Leonard, 1961), %67,1 (Çepel, 1967) olduğu ve bu çalışmada belirlenen değerlerle benzer olduğu görülmektedir.



Şekil 3. Farklı ağaç türlerinde orman altı yağış, gövdeden akış, toprağa ulaşan yağış ve intersepsiyon miktarları (%)

Tablo 3. Taşçılar Havzasında farklı ağaç türlerine ait yağış değerleri değişiminin istatistiksel analizi

	Kruskal Wallis Testi sonuçları				Mann-Whitney U Testi sonuçları	
	Grup	n	\bar{X} (ortalama)	P (önem düzeyi)		P (önem düzeyi)
Ormanaltı yağış	Karaçam	18	41,49	0,008	Karaçam-Kayın	0,380 ^{ns}
	Kayın	18	46,01		Karaçam-Gökmar	0,570 ^{ns}
	Gökmar	18	45,17		Karaçam-Açık alan	0,002*
	Açık alan	18	58,54		Kayın-Gökmar	0,810 ^{ns}
					Kayın-Açık alan	0,016*
					Gökmar-Açık alan	0,008*
Gövdeden akış	Karaçam	18	0,59	0,002	Karaçam-Kayın	0,007*
	Kayın	18	2,75		Karaçam-Gökmar	0,025 ^{ns}
	Gökmar	18	1,08		Kayın-Gökmar	0,007*
Toprağa ulaşan yağış	Karaçam	18	42,08	0,002	Karaçam-Kayın	0,229 ^{ns}
	Kayın	18	48,76		Karaçam-Gökmar	0,486 ^{ns}
	Gökmar	18	46,25		Karaçam-Açık alan	0,004*
	Açık alan	18	58,54		Kayın-Gökmar	0,658 ^{ns}
					Kayın-Açık alan	0,094 ^{ns}
					Gökmar-Açık alan	0,014 ^{ns}
İntersepsiyon	Karaçam	18	16,46			
	Kayın	18	9,78			
	Gökmar	18	12,29			

Gövdeden akış miktarı; açık alana düşen yağışın yüzdesi olarak Karaçamda %0,99; Kayında %,4,65 ve Gökvarda %1,83 olarak ölçülmüştür (Tablo 2). Gövdeden akışta tespit edilen farklılıkların sebebi, ağaç türü, ağaçların dallanma durumu ve kabuk yapısı gibi dış morfolojik özellikler (Özhan, 1982) ve suyu toprak yüzeyine taşıyan gövde sayısının fazlalığından kaynaklanmaktadır (Balcı ve Özyuvacı, 1988). Kayın meşceresinde belirlenen deneme alanındaki ağaç sayısının diğer meşcerelerdekinden fazla olması, gövdeden akış miktarının diğerlerine kıyasla Kayında daha fazla olması üzerinde etkili olmaktadır. Kayın ağaçlarının kaygan, pürüzsüz, düz, sık ve ince dallı bir gövdeye sahip olmaları gövdeye ulaşan yağmur suyunun aşağıya doğru iletilmesini kolaylaştırır (Özhan, 1982; Balcı ve Özyuvacı, 1988). Karaçamda dalların gövdeye olan açısının daha büyük olması, yağışın çatıdan gövdeye iletimini azaltır. Karaçamın dal ve kabuğunun daha kalın olması ve kabuktaki derin çatlaklar gövdeden geçen akışı azaltır (Çepel, 1965; Özhan, 1982). Ölçümleri istatistiksel olarak değerlendirdiğimizde Bonferroni düzeltmesi ile tüm gruplar için anlamlılık düzeyi 0,0167 kabul edilmiş ve gövdeden akışta karaçam-kayın ile kayın-gökvar arasında anlamlı bir farklılık tespit edilmiştir ($p<0,0167$) (Tablo 3). Karaçam üzerinde yapılan önceki çalışmalara göre gövdeden akış değerlerinin %0-%8, %3,7 ve %5,0 (Çepel, 1965) olduğu, diğer çam türlerinde ise %0,9 (Zengin, 1997), %4,0 (Çepel ve ark., 1969), %4,2 – %3,8 ve %4,0 (Çepel, 1971) olduğu görülmektedir.

Orman altı yağış ile gövdeden akış miktarının toplanması ile elde edilen toprağa ulaşan yağış miktarı Karaçamda %71,92; Kayında %83,31 ve Gökvarda %79,01 olarak belirlenmiştir (Tablo 2). Bu konuda yapılan benzer çalışmalar incelendiğinde toprağa ulaşan yağış miktarının Karaçam'da %76,3-70,6 (Çepel, 1965), %60,99 (Zengin, 1997), Kayın'da %90,0-85,8 (Çepel, 1965), %82,6 (Çepel ve Eruz, 1969), Meşe'de %90,8-84,1 (Çepel, 1965), %80,0 (Çepel ve Eruz, 1969), çam türlerinde %68,9 (Çepel ve Eruz, 1969), karışık baltalıkta %77,57; Sahilçamında %74,29 ve Radiata çamında %71,95 (Zengin, 1997) olduğu ve çalışmada elde edilen değerler ile benzerlik gösterdiği görülmektedir. Genel olarak yapraklı türlerin kışın yaprak dökmeleri nedeni ile gövdeden akışla toprağa ulaşan yağış miktarı ibrelili türler göre daha fazladır (Çepel 1971, Zengin 1997). Gruplar arasında Bonferroni düzeltmesi ile anlamlılık düzeyi 0,0125 olarak kabul edilmiştir ve toprağa ulaşan yağış miktarında Karaçam-AA arasında anlamlı düzeyde farklılık olduğu tespit edilmiştir ($p<0,0125$) (Tablo 3).

Taşçılar Havzasında üç farklı ağaç türünde ölçülen intersepsiyon miktarı açık alana düşen yağışın yüzdesi olarak Karaçamda %28,09; Kayında %16,70 ve Gökvar'da %20,99 olarak ölçülmüştür (Tablo 2). İstatistiksel değerlendirme sonucunda gruplar arasında istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık bulunmamıştır ($p>0,05$) (Tablo 3). Daha önceki çalışmalardan elde edilen sonuçlara göre intersepsiyonun Karaçam'da %26 (Çepel, 1965), %31,1 (Çepel, 1971), %28,3 (Özhan, 1982), Sarıçam'da %18,3 (Crockford ve Richartson, 1990), Kayın'da %8-30 (Yeşilkaya, 1979), %15 (Aussenac ve Boulangeat, 1980), %17,4 (Çepel ve Eruz, 1969), %22 (Balazs, 1983), diğer çam türleri için ise %14,1 (Riedl ve Zachar, 1984), %20,7 (Tang, 1993), %31,1 (Çepel ve Eruz, 1969) şeklinde olduğu ifade edilmektedir ve yapmış olduğumuz çalışmanın sonuçlarının bu çalışmalar ile benzerlik gösterdiği görülmektedir. Genellikle yaprak döken türlerde toprağa ulaşan yağış miktarı arttığı için intersepsiyon miktarı ibrelili türler kıyasla daha düşük olmaktadır (Çepel ve Eruz, 1969). İntersepsiyonun yıllara göre farklılık göstermesi yağışın miktarına, şiddetine, şekline ve sıcaklığa bağlı olarak değişmektedir (Ovington, 1954; Lawson, 1967; Çepel, 1971; Balcı ve Özyuvacı, 1988, Çepel, 1983).

SONUÇ

Taşçılar Havza deneme alanlarından elde edilen iki yıllık sonuçlar incelendiğinde toplam yağışın %28,08'i Karaçam meşceresinde, %16,69'u Kayın meşceresinde, %20,99'u Gökvar meşceresinde intersepsiyon ile buharlaşarak havzanın su bütçesine katılmamıştır.

Çalışma sonuçları, ortalama 1.325 metre rakım ve %35 eğim ile güneye bakan dik arazilerde su üretimi için en ideal ağaç türünün kayın olduğunu göstermektedir. Çalışma alanı ile benzer özelliklere sahip bölgelerde, su üretimi amaçlı silvikültürel çalışmalarda tercih edilebilecek ağaç türleri arasında kayın öncelikli olarak değerlendirilebilir. Bir havzada suyun miktar ve kalitesini artırmak için, transpirasyon ve intersepsiyon ile su kaybını artıran, havzanın su bütçesine olumlu yönde bir katkısı olmayan türleri tercih edilmemelidir. Bu nedenle hidrolojik fonksiyonlu orman alanlarında genellikle iğne yapraklı türler yerine yapraklı türler tercih edilmelidir. Bu tür alanlarda ağacın kök yapısı, yaprak yüzeyi ve su ihtiyacı gibi özellikleri ön planda tutularak havzanın su bütçesine daha fazla katkısı olan, su kaybı daha az olan türlerin tercih edilmesine özen gösterilmelidir.

ETİK STANDARTLARA UYUM

a) Yazarların katkıları

S.G.Ş.: Çalışmanın tasarlanması, arazi ve laboratuvar çalışmalarının yapılması, sonuçların değerlendirilmesi, makalenin hazırlanması.

M.A.: Çalışmanın tasarlanması, arazi çalışmasının yapılması, makalenin hazırlanması.

b) Çıkar çatışması

Yazarlar çıkar çatışması olmadığını beyan ettiler.

c) Hayvanların Refahına İlişkin Beyan

Bu çalışma hayvan üzerinde yapılan deneyleri kapsamamaktadır.

d) İnsan Hakları Beyanı

Bu çalışma insan katılımcıları kapsamamaktadır.

e) Teşekkür

Bu çalışma Kastamonu Üniversitesi tarafından desteklenmiştir (Proje no: KUBAP-01/2012-29). Ayrıca IV. IMCOFE 2017’de özet bildiri olarak sunulmuştur.

KAYNAKLAR

- Acharya, B.S., Stebler, E. ve Zou, C.B. (2016). Monitoring litter interception of rainfall using leaf wetness sensor under controlled and field conditions. *Hydrological Process* 2017;31:240-249.
- Akkemik, U., Köse, N., Aras, A. ve Dalfes, N. (2005). Anadolu’nun son 350 yılında yaşanan önemli kurak ve yağışlı yıllar. *Avrasya Yer Bilimleri Enstitüsü, Türkiye Kuvaterner Sempozyumu*.
- Anonim, (2010). 2010-2029 Daday Orman İşletme Müdürlüğü Amenajman Planı, Kastamonu Orman Bölge Müdürlüğü, Kastamonu.
- Arnell, N., 2002. *Hydrology and Global Environmental Change*. Pearson Education, Harlow. 346 pp.
- Aussenac, G. (1968). Interception des precipitations par le couvert forestier. *Ann. Sci. for.* 25 (3): 135-56.
- Aussenac, G., ve Boulangeat, C., (1980). Interception des precipitations et Evapotranspiration Reelle dans Des Peuplements de Feuill (*Fagus sylvatica* L.) et de Resineux (*Pseudotsuga menziesii* (Mirb) Franco). *Annales de Sciences Forestieres*, 37 (2), 91-107.
- Balazs, A. (1983). Ein kausalanalytischer beitrage zur Quantifizierung des bestands- und Nettoniederschlags von Waldbeständen, Verlag Beitrage zur Hydrologie. Kirchzarten.
- Balcı, A.N. ve Özyuvacı, N. (1988). Orman ve Mera Hidrolojisi. İstanbul Üniversitesi Orman Fakültesi Havza amenajmanı anabilim Dalı, Yüksek lisans ders notları. İstanbul.
- Brutsaert, W., 2005. *Hydrology*. Cambridge University Press, New York. 605 pp.
- Crockford, R.H., ve Richardson D.P. (1990). Partitioning of rainfall in a eucalypt forest and pine plantation in Southeastern Australia: IV. The relationship of interception and canopy storage capacity, the interception of these forests and the effect on interception of thinning the pine plantation. *Hydrological Process*, 4, 169-188.
- Çepel, N. (1965). Orman topraklarında rutubet ekonomisi üzerine araştırmalar ve Belgrad ormanının bazı karaçam, kayın, meşe meşcerelerinde intersepsiyon, gövdeden akış ve toprak rutubeti miktarlarının sistematik ölçmelerle tespiti. 1. Baskı, Orman Genel Müdürlüğü Yayın No:418, Seri No: 4, İstanbul.
- Çepel, N. (1967). Interzeption in Einem Buchen-Einem Eichen Und Einem Kiefernbestand Des Belgrader Waldes Bei İstanbul. *Forstw. Cbl.*, 86 Jahrg., H.5, 301-314.
- Çepel, N. ve Eruz E. (1969). Belgrad ormanında birer kayın, meşe ve çam meşceresinde tespit edilen intersepsiyon, beş yıllık ölçme sonuçları. *İstanbul Üniversitesi Orman Fakültesi Dergisi*, Seri: B, Cilt: 19, Sayı:2. Sayfa:83-99.
- Çepel, N. (1971). Toprak yüzüne varan yağış miktarına bitkilerin yaptığı etki ve Belgrad ormanında yapılan bir araştırmaya ait beş yıllık sonuçlar. *İstanbul Üniversitesi Orman Fakültesi Dergisi*, Seri: B, Cilt: 21, Sayı:2.
- Çepel, N. (1983). Orman Ekolojisi. 2. Baskı. İ.Ü. yayın No:3140, O.F. yayın No: 337. İstanbul.
- Çepel, N. (1986). Barajların Yukarı Yağış Havzaları İçin Arazi Kullanım Planlamasının Ekolojik Esasları, İstanbul Üniversitesi, Orman Fakültesi Dergisi. Seri B, Cilt 36, Sayı 2, Sayfa 17-27.
- Devlaeminck, R., De Schrijver, A., ve Hermy, M. (2005). Variation in throughfall deposition across a deciduous beech (*Fagus sylvatica* L.) forest edge in Flanders. *Science of the Total Environment*, 337, 241–252.
- DSI. 2009. Turkey Water Report. Ankara. Erişim: [http://www.dsi.gov.tr/english/pdf_files/TurkeyWaterReport.pdf].
- Dingman, S., 2002. *Physical Hydrology*. Prentice Hall, Upper Saddle River. 646 p.
- Gash, J., ve Shuttleworth, W., 2007. *Evaporation. Benchmark Papers in Hydrology*, vol. 2. IAHS Press, Wallingford. 521 pp.
- Hewlet, J. D. (1982). *Principles of Forest Hydrology*. Press (2), ISBN 0-8203-0608-8, The University of Georgia Press, Athens.
- Horton, R., 1919. Rainfall interception. *Monthly Weather Review* 47, 603–623.

- İşler, E. (2010). Kastamonu Merkez, Daday ve Safranbolu Geleneksel Türk Evi Tavanları. Yayınlanmış Yüksek Lisans Tezi, Gazi Üniversitesi Fen bilimleri Enstitüsü. Ankara.
- Janík, R., ve Pichler, J. (2008). Amounts of throughfall and lysimetric water in a submountain beech forest in the Kremnické vrchy Mts.(West Carpathian Mts., Slovakia). *Journal of Forest Science*, 54(5), 207–211.
- Konishi, S., Tani, M., Kosugi, Y., Takanashi, S., Sahat, M. M., Nik, A. R., ... & Okuda, T. (2006). Characteristics of spatial distribution of throughfall in a lowland tropical rainforest, Peninsular Malaysia. *Forest Ecology and Management*, 224(1–2), 19–25.
- Kuzka., (2013). TR82 Düzey (Kastamonu, Çankırı ve Sinop İlleri) Bölge Planı 2014-2023. 14/06/2014 tarihinde http://www.kuzka.org.tr/dosya/2014-2023_bolge_plani_taslagi.pdf adresinden alınmıştır.
- Lawson, E. R. (1967). Throughfall and stemflow in a pine hardwood stand in the Ouachita Mountain of Arkansas. *Water Resources Res.*, 3, 731-735.
- Lewis, J. (2003). Stemflow Estimation in a Redwood Forest Using Model-Based Stratified Random Sampling, *Environmetrics*. 14: 559–571.
- Leonard, R. E. (1961). Interception of precipitation by northern hardwoods. U.S. For. Serv. Ntheast For. Exp. Sta. Pap. 159: 16pp.
- Molchanov, A. A. (1963). The hydrological role of forests. (p.407). Israel: Israel Program for Scientific Translations.
- Maloney, D., Bennett, S., De Groot, A., ve Banner, A. (2002). Canopy interception in a hypermaritime forest on the north coast of British Columbia. *Forest Sci. Prince Rupert Forest Region*, 49.
- Muluk, Ç.B., Turak, A., Yılmaz, D., Zeydanlı, U. ve C.C. Bilgin. 2009. Hidroelektrik Santral Etkileri Uzman Raporu: Barhal Vadisi. TEMA Vakfı Kaçkar Dağları Sürdürülebilir Orman Kullanımı ve Koruma Projesi Yayınları.
- Muzylo, A., Llorens, P., Valente, F., Keizer, J.J., Domingo F., ve Gash, J.H.C. (2009). A review of rainfall interception modelling. *Journal of Hydrology* 370(2009)191-206.
- Navar, J., (2017). Fitting rainfall interception models to forest ecosystems of Mexico. *Journal of Hydrology* 548(2017) 458-470.
- Nihlgard, B. (1969). Distribution of rainfall in Beech and Spruce forest, a comparison. *Bot. Notiser* 122 (2): 308-9.
- Ovington, J. D. (1954). Acomparison of rainfall in different woodlands. *Forestry*, 27 (1), 41-53.
- Özhan, S. (1982). Belgrad ormanındaki bazı meşcerelerde evapotranspirasyonun deneysel olarak saptanması ve sonuçlarının amirik modellerle karşılaştırılması. 1. Baskı İ.Ü. Yayın No:2906, O.F. Yayın No:311, İstanbul.
- Özhan, S., 2004. Havza Amenajmanı, İ.Ü. Rektörlük Yayın No: 4510, Orman Fakültesi Yayın No: 481. İstanbul. 385 pp.
- Özhan, S., Hızal, A. ve Yurtseven, İ. (2011). Meşe-Kayın Karışık Ormanında Ormanaltı Yağış, İ.Ü. Orman Fak. Der. 61 (1): 25-30, İstanbul
- Özyuvacı, N. (1976). Arnavutköy Deresi Yağış Havzasında Hidrolojik Durumu Etkileyen Bazı Bitki-Topral-Su İlişkileri, İ.Ü. Orman Fak. Yay. No:221, İstanbul,
- Özyuvacı, N., Özhan, S., Gökbülak, F., Serengil, Y., ve Balcı, A. N., (2004). Effect of Selective Cutting on Streamflow in an Oak-Beech Forest Ecosystem *Water Resources Management*. 18: 249–262.
- Pérez-Suárez, M., Fenn, M. E., Cetina-Alcala, V. M., ve Aldrete, A. (2008). The effects of canopy cover on throughfall and soil chemistry in two forest sites in the México City air basin. *Atmósfera*, 21(1), 83–100.
- Pehl, C. E. ve Ray, K. F. (1983). Atmospheric Nutrient Inputs To Three Forest Types In East Texas. *Forest Ecology and Management*, 7(1983/1984), 11-18.
- Riedl, O., ve Zachar, D. (1984). Forest amelioration. 1. Baskı, Elsevier, New York.
- Rutter, A., Kershaw, K., Robins, P., ve Morton, A., 1971. A predictive model of rainfall interception in forest. I. Derivation of the model from observation in a plantation of Corsican pine. *Agricultural Meteorology* 9, 367–384.
- Rutter, A., Morton, A., ve Robins, P., 1975. A predictive model of rainfall interception in forests. II. Generalization of the model and comparison with observations in some coniferous and hardwood stands. *Journal of Applied Ecology* 12, 367–380.
- Tang, C. Y. (1993). Water and solute transport in a Pinus forest. *Tracer in Hydrology*, IAHS Publ. No.215, 347-348.
- UNESCO., (1999). Summary of the Monograph “World Water Resources at the beginning of the 21st Century”. IHP UNESCO, 14/09/2014 <http://webworld.unesco.org/water/ihp/db/shiklomanov/summary/html/summary.html> tarihinde adresinden alınmıştır.

- URL-1. Türkiye Ulusal Havza Yönetim Stratejisi: Politika Seçenekleri (2011) (Taslak). Orman ve Su İşleri Bakanlığı Çölleşme ve Erozyonla Mücadele Genel Müdürlüğü. 21/12/2012 tarihinde http://www.cem.gov.tr/erozyon/Files/faaliyetler/Ulusal_Havza_Stratejisi/Politika_Secenekleri.pdf adresinden alınmıştır.
- URL-2. Kastamonu ili genel özellikleri, 23/11/2014 tarihinde <http://www.tumkasder.com/index.php?Git=kastamonu&sayfa=cografya> adresinden alınmıştır.
- URL-3. Kastamonu Orman Bölge Müdürlüğü–Kastamonu Orman Varlığı, 02/03/2024 tarihinde... <https://www.ogm.gov.tr/kastamonuobm/ormanlarimiz/orman-varligi> adresinden alınmıştır.
- Vialatte, F. B. ve Cichocki, A. (2008). Spit Test Bonferonni Correction for QEEG statistical maps. *Biological Cybernetics*, 98, 208-303.
- Ward, R., ve Robinson, M., 1990. *Principles of Hydrology*. McGraw-Hill Publishing Company, London. 365 pp.
- Yeşilkaya, Y. (1979). The interception of rainfall by forest canopies in South East Scotland. University of Edinburgh Department of Forestry and Naturel Resources.
- Zengin, M. (1997). Kocaeli Yöresinde Orman Ekosistemlerinin Hidrolojik Ağaçlandırmalar Yönünden Karşılaştırılması, Orman Bakanlığı Yay. No:055, İzmit.
- Zhang, G., G. M. Zeng, Y. M. Jiang, G. H. Huang, J. B. Li, J. M. Yao, W. Tan, R. J. Xiang, ve X. L. Zhang, (2005). Modeling and Measurement of Two-Layer-Canopy Interception Losses in a Subtropical Mixed Forest of Central-South China *Hydrology and Earth System Sciences Discussions*. 2, 1995–2024, 2005.
- Zinke, P. J. (1967). Forest interception studies in the United States. *Forest Hydrology*. (pp. 137-161) Oxford, UK: Pergamon Press.