

Meşe-Kayın Karışık Ormanında Ormanaltı Yağış

Süleyman Özhan^{1*}, Ahmet Hızal¹, İbrahim Yurtseven¹

İ.Ü. Orman Fakültesi, Orman Mühendisliği Bölümü, Havza Yönetimi Anabilim Dalı
34473 Bahçeköy/İstanbul

*Tel: 0212 226 11 00-25336, Fax: 0312 226 11 13, E-posta: sulozhan@istanbul.edu.tr

Kısa Özet

Bu araştırmada yaşlı meşe-kayın karışık orman ekosisteminde ormanaltı yağışın belirlenmesi ve yağış-ormanaltı yağış ilişkisinin ortaya konması amaç edinilmiştir. Ormanaltı yağış ölçümü, Belgrad Ormanı Ortadere Yağış Havzasındaki karışık meşcereleri temsil etmek üzere tesis edilen bir deneme alanında 5 ayrı standart yağış ölçer ile yapılmış, toplam yağış ölçümü ise deneme alanına yakın bir yerde traşlama kesimi ile oluşturulan açık alanda gerçekleştirilmiştir.

Yapraklı ve yapraksız dönem ölçmeleri olarak iki periyoda ayrılan ormanaltı yağış değerleri açık alana düşen yağışın yüzdesi olarak hesaplanmıştır. Araştırma bulgularına göre ormanaltı yağış, yapraklı dönemde % 75,4 ve yapraksız dönemde ise % 82,7 bulunmuştur. Bu iki ortalama arasında istatistiksel anlamda önemli fark saptanmıştır ($P = 0,004$). Mevsim ayırımı olmaksızın yapılan değerlendirmede de yağışın % 80,1 inin ormanaltı yağış şeklinde toprağa ulaştığı belirlenmiştir. Regresyon analizlerine göre yağış miktarı (mm.) ile ormanaltı yağış (mm. ve %) arasında her iki periyot için önemli düzeyde ilişkiler saptanmıştır. Bu ilişkiler yağış (mm.) ile ormanaltı yağışın mm. değeri için doğrusal (yapraklı dönemde $R^2 = 0,969$, yapraksız dönemde $R^2 = 0,987$) ve yağış (mm.) ile ormanaltı yağışın % değeri için logaritmik olarak tanımlanmıştır (yapraklı dönemde $R^2 = 0,523$, yapraksız dönemde $R^2 = 0,551$).

Anahtar Kelimeler: Ormanaltı yağış, karışık orman ekosistemi, hidrolojik döngü, yapraklı dönem, yapraksız dönem.

Throughfall in A Mature Oak-Beech Forest Ecosystem

Summary

It is important to know the processes of precipitation in forest ecosystems due to their effects on hydrological cycle and watershed hydrology. One of these processes is throughfall. The throughfall is the portion of precipitation that falls directly to the ground or drips from the forest canopy. Although numerous studies concerning throughfall have been made in different forest ecosystems in Europe and USA, there are only five researches in Turkey. In other words, limited data are available concerning throughfall in our country.

The objectives of this paper were: 1) to determine the throughfall of old oak-beech mixed forest ecosystem which is dominated in Belgrad Forest near İstanbul, and 2) to reveal relations between throughfall and precipitation in growing and dormant seasons.

The study was undertaken within the Ortadere Watershed of Belgrad Forest, near İstanbul. A forest stand which represents the vegetation of watershed was selected as a study plot that comprised of

old growth oak (*Quercus frainetto ten.*) and beech trees (*Fagus orientalis Lips.*), The average canopy cover was 80 %.

Mean temperature is 12.3 °C and mean annual precipitation is 1129.4 mm. Mean daily temperature is 21.7 °C during August, the warmest month, and 4.2°C during January, the coldest month.

In order to determine amount and variation in throughfall, two transects with 10 m. in length intersecting vertically each another were set up under forest canopy and 5 standard rain gauges were placed on the junction and endpoints of these transects. Amount of the throughfall was measured after each precipitation event. Total rainfall was recorded with a standard rain gauge placed in a clear-cut forested area nearby the study plot. Since stemflow was not measured, interception loss was not calculated.

The results summarized in Table 1 show that throughfalls are 75.4 % and 82.7 % in growing and dormant seasons, respectively. Coefficients of variation of these averages are very high. This can be explained by great differences among precipitation events. The difference between throughfall of two seasons is statistically significant ($P = 0.004$). It means that greater portion of precipitation reaches the ground in dormant season than that of growing season. Significant differences were not found among averages in sampling points of throughfall measurements. In other words, study plot has a so homogenous canopy cover that distribution of throughfall was not affected significantly.

There are statistically highly significant correlations between precipitation and throughfall. Therefore, linear and curvilinear regression equations for growing and dormant seasons were developed where precipitation (mm) was the independent variable and throughfall (mm and %) was the dependent variable (fig. 3,4,5,6). Linear correlations belong to relations between precipitation in mm. and throughfall in mm. ($R^2 = 0.969$, $Y = 0.806X$; $R^2 = 0.987$, $Y = 0.860X$ for growing and dormant season respectively) and curvilinear correlations between precipitation in mm. and throughfall in per cent ($R^2 = 0.523$, $Y = 12.75 \ln(X) + 33.15$ for growing season and $R^2 = 0.551$, $Y = 8.705 \ln(X) + 51.19$ for dormant season) .

Keywords: Throughfall, mixed forest ecosystem, hydrological cycle, growing season, dormant season

1. Giriş

İnsanlık tarihinin başlangıcından beri canlı bünyesinin ana öğelerinden birisi olan su ile ilgilenilmiş ve bu ilgi, zaman içerisinde değişik yönlerde giderek artmıştır. Örneğin başlangıçta sadece insan ihtiyacını karşılamak için üzerinde durulan su, daha sonraları sulama, drenaj, enerji üretimi, ulaşım, su ürünleri yetiştirme ve rekreasyon gibi çeşitli kullanımlar için de vazgeçilemez bir madde olarak ele alınmıştır. Bu durum, suyun miktar bakımından önemini ortaya çıkarmış ve bu yönde araştırma çabaları başlamıştır. Nitekim daha önceleri yeryüzündeki mevcut suyun iletimi, depolanması, dağıtımı ve kontrolü gibi hidrolik ağırlıklı çalışmalar yapılırken suya olan talebin artması üzerine su döngüsünün anlaşılması ve su miktarının geliştirilmesi çabaları yoğunluk kazanmıştır. Bu konudaki çalışmaların ağırlık merkezini, hidrolojik döngü veya su döngüsü olarak nitelendirilen ve su buharının yoğunlaşp yağış olarak yeryüzüne düşmesinden tekrar buharlaşmaya kadar geçirdiği süreç olarak tanımlanan olgudaki her bir öğeyi deneysel olarak ölçüp analiz etmek ve bu öğeleri etkileme olanaklarını araştırmak oluşturmıştır. Söz

konusu döngüdeki orman altı yağış, gövdeden akış, transpirasyon gibi öğelerin ilk ölçümleri 1800 li yılların ortalarında Avrupada (Molchanow, 1963) ve 1900 lü yılların başlarında da A.B.D. de başlamıştır (Zinke, 1967- in Supper and Lull 1966). 2000 li yıllarda bile bu konuda araştırmalar yapıldığı bilinmektedir (Janík ve Pichler, 2008; Suarez ve ark., 2008; Konishi ve ark., 2006; Keima ve ark., 2005; Devlaemincka ve ark., 2005; Bélanger ve ark., 2004; Maloney ve ark., 2002). Ülkemizde ise bu konudaki ilk ölçümlerin 1950 li yıllarda başladığı (Balci, 1958; Çepel, 1965), ancak bu başlangıcın, 1960 – 1970 ve 1990 lı yıllarda yapılan üç araştırma dışında (Özyuvacı, 1976; Özhan,1982; Zengin, 1997), yeterli sayıda araştırma ile sürdürülemediği görülmektedir. Bu durum araştırmanın çok emek-yoğun ve masraflı olmasından kaynaklansa da orman ekosistemlerinin ve iklimin çok farklılıklar gösterdiği ülkemizde çeşitli meşcere tiplerine ilişkin su döngüsü öğelerinin bilinmesi ve su bütçesi açısından değerlendirilmesi önemli ve gerekli görülmektedir.

Bir proje kapsamında düşünülerek 1969 yılı sonlarında Belgrad Ormanı Ortadere Yağış Havzasında orman örtüsünün çoğunluğunu oluşturan

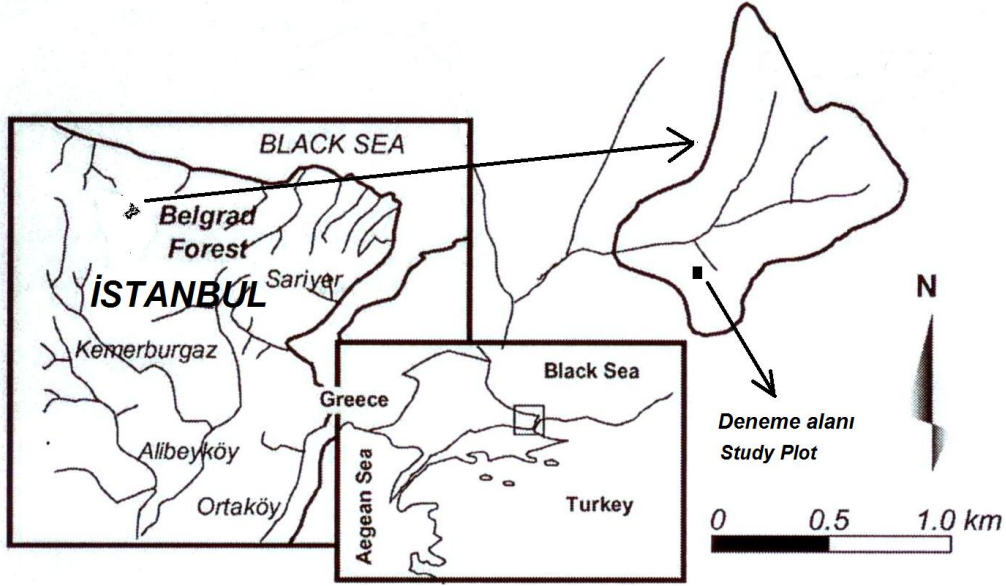
Meşe-Kayın karışık meşceresinde bir deneme alanı oluşturmak suretiyle ormanaltı yağış ölçümlerine başlanmış ve bu ölçümler Ahmet Hızal ile birlikte yürütülmüştür. Ancak proje kapsamının değiştirilmesi nedeniyle elde edilen veriler değerlendirilememiş ve dosya da kalmıştır. Bir göreve giderken trafik kazasına kurban giden Merhum Ahmet Hızal'ın anısına, söz konusu verilerin değerlendirilerek ülkemizdeki orman hidrolojisi alanındaki araştırmalara sayısal veri katabilmek amacıyla bu orijinal makale hazırlanmıştır. Böylece ülkemizde ilk defa, aşağıda tanımı yapılacak olan bir Meşe-Kayın karışık orman ekosisteminde, tepe çatısı boşluklarından geçerek ve yaprak, dal ve gövdelerden damlayarak toprağa doğrudan doğruya ulaşan Ormanaltı yağış değerini (gövdeden aşağı doğru süzülerek toprağa ulaşan miktar hariç) açık alana düşen yağışın yüzdesi şeklinde verilmiş olacaktır. Kuşkusuz ki bu değer meşcerenin yaşı, meşceredeki bitki türlerinin karışım oranı, kapallılığı ve boyu gibi etmenlere bağlı olarak çok değişim gösterebilir. Ama bu değer,

tanımlanan niteliğe benzer karakterdeki başka meşcereler için büyük anlam taşıyacağı gözden uzak tutulmamalıdır.

2. Materyal ve Yöntem

2.1. Materyal

Ormanaltı yağış miktarını ölçmek amacıyla Belgrad Ormanı Kurtkemerli İşletme Şefliği sınırları içerisinde bulunan Ortadere Yağış Havzasında, orta yamaçta, havzayı kapsayan ve büyük çoğunluğu Meşe (*Quercus dschorochensis* K.Koch.) ve Kayın (*Fagus orientalis* Lipsky) ağaçlarının karışımından oluşan normal kapallılığa sahip ağaçlık çağındaki karışık bir meşcere ile açık alana düşen yağışı ölçmek için bu meşcerenin 50 metre uzağında oluşturulan ve çapı 50 m olan bir orman içi boşluğu deneme alanı olarak seçilmiştir (Şekil 1).



Şekil 1. Deneme alanının konumu.
Figure 1. Location of study plot.

Araştırma alanının yer aldığı yörede yıllık ortalama sıcaklık 12,3 °C ve yıllık ortalama yağış 1129,4 mm. olup en sıcak ay Ağustos (21,7 °C) ve en soğuk ay ise Ocak (4,2 °C) ayıdır. Yöre nemli, düşük sıcaklıkta, su açığı olmayan, okyanusal iklim etkisine yakın koşulları içeren bir iklim tipine sahiptir (Özhan ve ark., 2008).

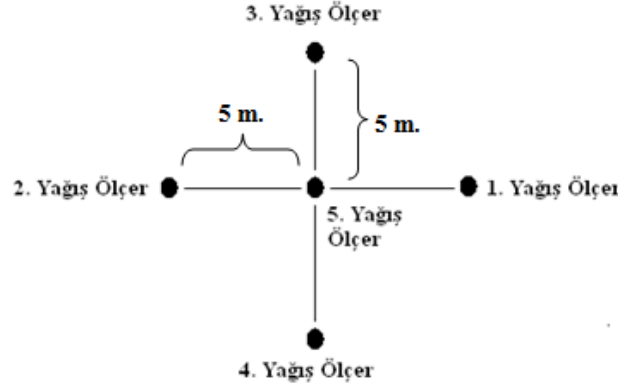
2.2. Yöntem

Yağış miktarı, açık alanın tam merkezine yerleştirilen bir standart yağış ölçer ile belirlenmiştir. Ormanaltı yağış miktarı ise, yukarıda tanımı yapılan meşcerede ilk noktası rastgele seçilen

10 m. uzunluğunda bir transekt hattı ile bu hattın tam ortasından dik şekilde geçen 10 m. lik ikinci bir hat daha oluşturulmuş, bu iki hattın uçlarına ve kesişme noktasına kurulan 5 adet standart yağış ölçer yardımıyla ölçülmüştür (Şekil 2). Böylece tepe çatısındaki heterojen kapalılıktan kaynaklanabilecek toprağa ulaşan yağış miktarındaki farklılıkları

belirleyerek gerçek ortalamayı bulmak amaçlanmıştır.

Ormanaltı yağış değeri, her bir yağıştan sonra orman altındaki 5 ayrı yağış ölçerden elde edilen değerlerin ortalaması bulunmak suretiyle açık alana düşen yağışın yüzdesi olarak hesaplanmıştır.



Şekil 2. Deneme alanındaki standart yağış ölçerlerin dağılımı.
Figure 2. Sampling points of rain gauges in the study plot.

3. Bulgular ve Tartışma

Orman tepe çatısının yapraklı olduğu dönemde 34 ve yapraksız olduğu dönemde de 46 olmak üzere toplam 80 yağış ölçümü yapılmış ve bu ölçümlere ilişkin bazı istatistik değerler Tablo 1 de verilmiştir. Tablodan görüldüğü gibi ormanaltı yağış, açık alana düşen yağışın yüzdesi olarak yapraklı dönemde % 75,4 ve yapraksız dönemde ise bu değer % 82,7 bulunmuştur. Bir başka anlatımla yaz aylarında yağışın % 75,4 ü tepe çatısından geçerek toprağa doğrudan ulaşırken, yaprağın döküldüğü dönemde ise yağışın daha fazla bir bölümü % 82,7 si toprak yüzeyine düşmektedir. Gerek yapraklı gerekse yapraksız döneme ilişkin varyasyon katsayılarının yüksekliği, her iki dönem içerisinde düşen yağış miktarlarının büyük bir farklılık göstermesinden kaynaklanmaktadır. Nitekim yapraklı dönemde ölçülen 34 ormanaltı yağış değeri 0,5 mm - 68,9 mm arasında, yapraksız dönemde ise 1,4 mm - 92,2 mm arasında değişmektedir.

Orman altında farklı yerlere yerleştirilen her bir yağış ölçer için belirlenen değerlerin ortalamaları yapraklı dönemde 12,4 mm - 14,9 mm arasında, yapraksız dönemde ise 18,6 mm - 22,0 mm arasında ölçülmüştür. Yağış ölçme noktalarına ilişkin

değerler arasında her iki dönem için de ($P=0.964$ ve $P=0.958$) anlamlı bir fark bulunamamıştır. En düşük ve en yüksek değerler arasındaki farklar alınarak açık alan yağışının yüzdesi olarak hesaplandığında; yapraklı dönem için $((14,9 - 12,4)/18,4) \times 100 = \% 13,6$ ve yapraksız dönem için $((22,0 - 18,6)/24,8) \times 100 = \% 13,7$ belirlenmiştir ki bu değerler, değişik noktalardaki ormanaltı yağış miktarındaki değişiminin yapraklı ve yapraksız dönemde farklı olmadığını göstermektedir. Bir başka anlatımla orman altına yerleştirilen yağış ölçerlerde her iki dönemde de benzer bir yağış dağılımı saptanmıştır. Bu durum kanaatimizce ormanaltı yağış ölçerler gerçeği yansıtan bir örnekleme ile yerleştirilmiştir.

Yapraklı ve yapraksız dönem ormanaltı yağış değerleri arasındaki fark (% 7,3) istatistiksel anlamda önemli görülmektedir ($P=0,004$).

Yapraklı ve yapraksız dönem ayrımı yapmaksızın tüm veriler birlikte değerlendirildiğinde ise ortalama olarak yağışın % 80,1 inin ormanaltı yağış şeklinde toprağa ulaştığı görülmektedir (Tablo 1). Yine bu değer ile ilgili varyasyon katsayısı çok yüksek belirlenmiştir. Bu gibi değerlendirme yapılan yapraklı karışık bir meşcerede ormanaltı yağış, toplam yağışın % 67,12 si olarak belirlenmiştir (Zengin, 1997). Ancak bu verinin elde edildiği

Meşe-Kayın Karışık Ormanında Ormanaltı Yağış

karışık meşcere kompozisyonu ve diğer nitelikleri tarafımızdan ölçüm yapılan karışık meşcereden çok farklıdır. Burada bu hususu vurgulamaktaki amaç her bir farklı nitelikteki karışık meşcerenin yağışın dispozisyonunu çok değişik ölçülerde etkileyebildi-

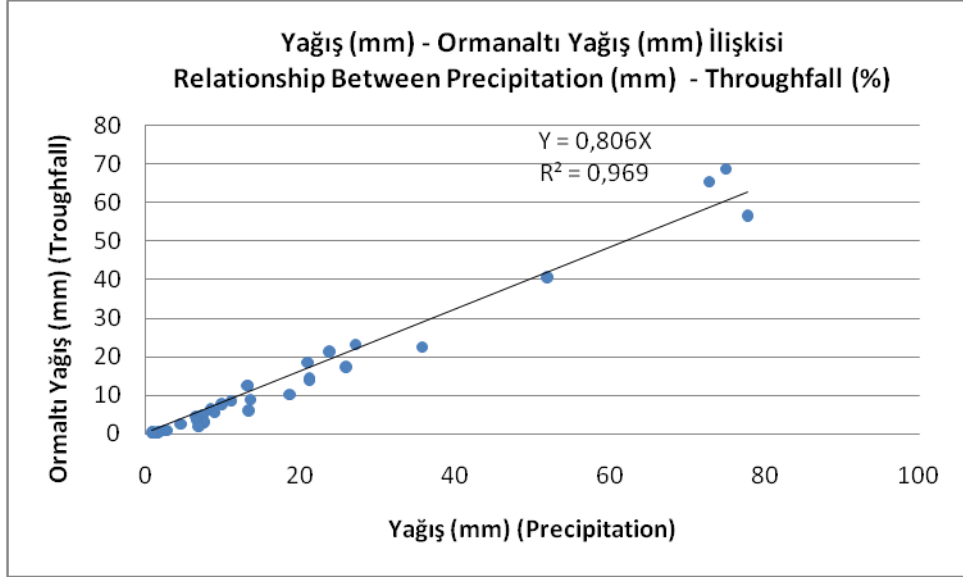
ğini göstermektir. Bu nedendir ki giriş kısmında da belirtildiği gibi çeşitli meşcere tiplerine ilişkin su döngüsü öğelerinin bilinmesi ve bunun için de ölçüm yapılarak sayısal değerlerin ortaya konulması önemlidir.

Tablo 1. Yağış ve ormanaltı yağış ortalama değerleri
Table 1. Averages of precipitation and throughfall

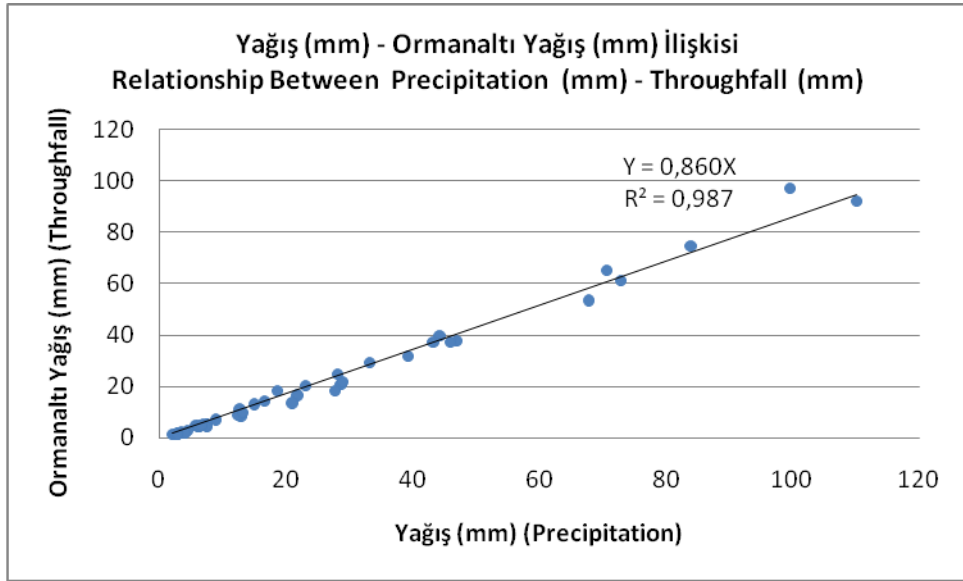
	Açık alan yağışı gross precip.	Ormanaltı yağış ölçme noktaları sampling points					Ortalama average	Ormanaltı yağış yüzdesi throughfall (%)
		1	2	3	4	5		
n=34	Yapraklı dönem-growing season (leaves present)							
\bar{x}	18,4	13,0	14,3	14,8	14,9	12,4	13,87	75,4
S_d	21,1	18,8	17,9	19,1	17,4	17,7	18,10	85,8
c_v	114,8	144,7	125,4	128,9	117,4	142,4	130,5	113,7
n=46	Yapraksız dönem-dormant season							
\bar{x}	24,8	21,4	19,4	21,1	18,6	22,0	20,5	82,7
S_d	27,2	25,8	22,8	24,9	21,3	27,4	24,4	89,7
c_v	109,8	120,4	117,3	118,3	114,7	124,4	118,8	108,2
n=80	Genel değerlendirme-total							
\bar{x}	22,1	17,8	17,2	18,4	17,0	17,9	17,7	80,1
S_d	24,9	23,3	20,9	22,7	19,7	24,1	22,0	88,4
c_v	112,7	130,8	121,2	123,3	116,1	134,4	124,6	110,6

Giriş bölümünde orman ekosistemlerinde yağış dispozisyonunu belirlemedeki güçlükler ve zaman alıcı oluşu dile getirilmişti. Ancak yapılmış olan ölçmelerden yararlanarak benzer kompozisyon ve yaşa sahip orman ekosistemleri için regresyon denklemleri geliştirmek suretiyle yağış dispozisyonuna ilişkin öğeleri tahmin etme olanağı bulunmaktadır. Bu cümleden olarak, çalışmamızda

yağış ile ormanaltı yağış değerleri arasındaki ilişki araştırılarak yapraklı ve yapraksız dönemler için regresyon denklemleri geliştirilmiştir. Bu denklemler yapraklı dönem için $Y=0.806X$ ve yapraksız dönem için $Y=0.860X$ dir. Söz konusu denklemlere ilişkin Şekil 3 ve 4'ten görüleceği üzere yağış ile ormanaltı yağışın mm. değerleri arasında çok önemli doğrusal ilişki bulunmaktadır.



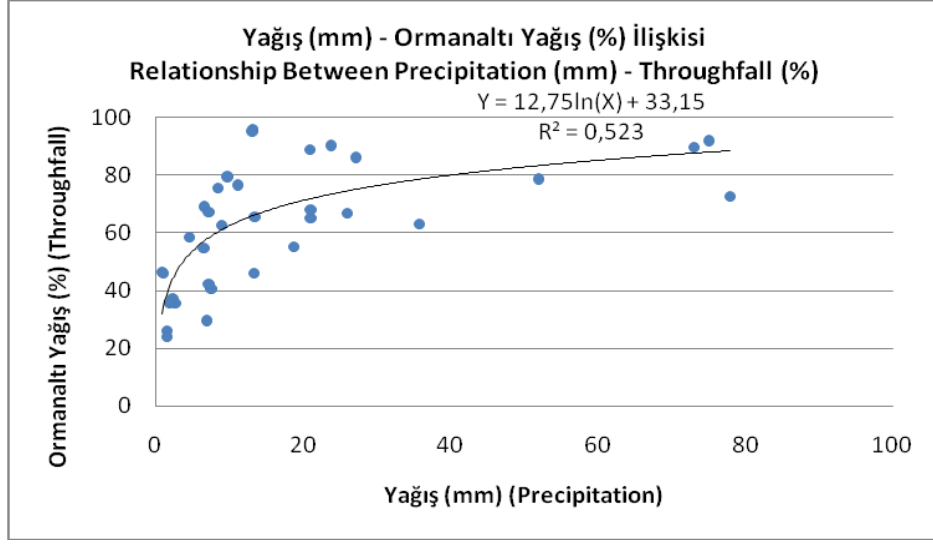
Şekil 3. Yapraklı dönemdeki yağış (mm) ile ormanaltı yağış (mm) arasındaki ilişki.
Figure 3. The relation between the precipitation (mm) and the throughfall (mm) in growing season.



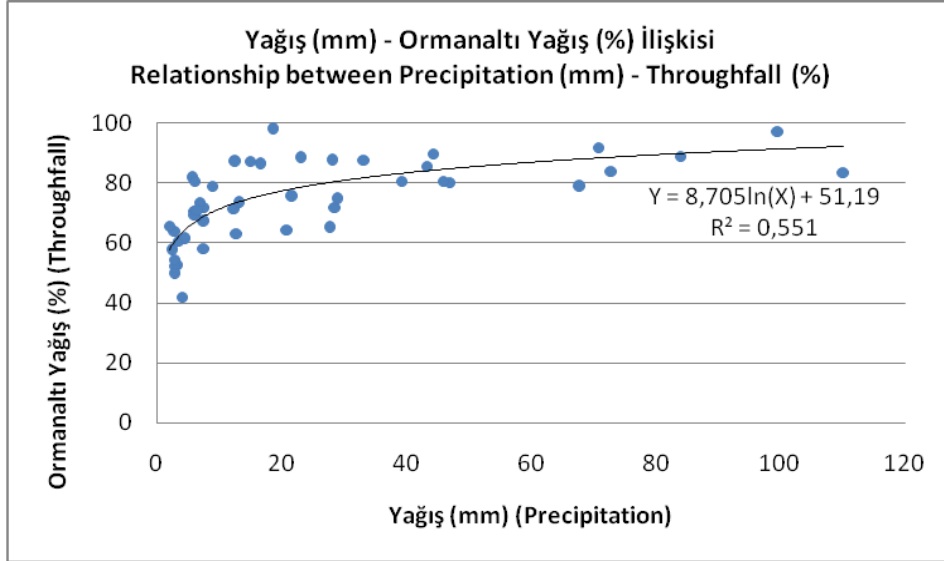
Şekil 4. Yapraksız dönemdeki yağış (mm) ile ormanaltı yağış (mm) arasındaki ilişki.
Figure 4. The relation between the precipitation (mm) and the throughfall (mm) in dormant season.

Yağışın mm değeri ile ormanaltı yağışın yüzde değeri arasında da logaritmik önemli bir ilişki belirlenmiş, ancak bu ilişkinin R² değeri doğrusal ilişkiye göre daha düşük bulunmuştur (Şekil 5 ve 6).

Bu ilişkilere ait denklemler ise yapraklı dönem için $Y=12.75\ln(X)+33.15$ ve yapraksız dönem için de $Y=8.705\ln(X)+51.19$ dur.



Şekil 5. Yapraklı dönemdeki yağış (mm) ile ormanaltı yağışın yüzde değeri (%) arasındaki logaritmik ilişki
Figure 5. The logarithmic relation between the precipitation (mm) and the percentage of throughfall (%) in growing season



Şekil 6. Yapraksız dönemdeki yağış (mm) ile ormanaltı yağışın yüzde değeri (%) arasındaki logaritmik ilişki.
Figure 6. The logarithmic relation between the precipitation (mm) and the percentage of throughfall (%) in dormant season.

Ortaya konulan bu denklemler yardımıyla bir yerde yağış miktarı bilindiği takdirde benzer

niteliklere sahip Meşe-Kayın ekosistemlerinde ormanaltı yağış miktarı ve bunun toplam yağışa yüzdesi tahmin edilebilir.

References

- Balcı, N., 1958.** Elmalı Barajının siltasyondan korunması imkanları ve vejetasyon-su düzeni üzerine araştırmalar (Doktora Tezi, Yayınlanmamış). İstanbul Üniversitesi, Orman Fakültesi.
- Bélangier, N., D. Paré. and F. Courchesne, 2004.** Regression equations for estimating throughfall nutrient fluxes using wet deposition data and their applicability for simulating the soil acid-base status using the dynamic forest soil-atmosphere model SAFE. *Ecological Modelling*. 175 (2004): 151-167.
- Çepel, N., 1965.** Orman topraklarının rutubet ekonomisi üzerine araştırmalar ve Belgrad Ormanı'nın bazı karaçam, kayın, meşe meşcerelerinde intersepsiyon, gövdeden akış ve toprak rutubeti miktarlarının sistematik ölçmelerle tespiti. T.C. Tarım Bakanlığı, Orman Genel Müdürlüğü Yayınları, Sıra No: 418, Seri No: 4.
- Devlaemincka, R., A. De Schrijver and M. Hermya, 2005.** Variation in throughfall deposition across a deciduous beech (*Fagus sylvatica* L.) forest edge in Flanders. *Science of the Total Environment*. 337: 241-252.
- Janík, R. and J. Pichler, 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.
- Keima, R. F., A. E. Skaugset and M. Weiler, 2005.** Temporal persistence of spatial patterns in throughfall. *Journal of Hydrology*. 314: 263-274.
- Konishi, S., M. Tani, Y. Kosugi, S. Takanashi, M. Sahat, A. Nik, K. Niijama and T. Okuda, 2006.** Characteristics of spatial distribution of throughfall in a lowland tropical rainforest, Peninsular Malaysia. *Forest Ecology and Management*. 224 (2006): 19-25.
- Maloney, D., S. Bennett, A. de Groot and A. Banner, 2002.** Canopy interception in a hypermaritime forest on the North Coast of British Columbia. Forest Sciences Prince Rupert Forest Region Extension Note # 49.
- Molchanow, A. A., 1963.** The Hydrologic Role of Forests. *Israel Programme for Scientific Translations*, Jerusalem.
- Özhan, S., 1982.** Belgrad ormanındaki bazı meşcerelerde evapotranspirasyonun deneysel olarak saptanması ve sonuçların ampirik modellerle karşılaştırılması. İ.Ü.Or.Fak:Yay. İ.Ü.Yay.No.2906, Or.Fak.Yay.No.311
- Özhan S., A. Hızal, K. Şengönül, F. Gökbulak, Y. Serengil ve M. Özcan, 2008.** Belgrad Ormanı İçersindeki Havza Sistemlerinin Hidrolojik ve Hidrokimyasal Modellenmesi. Proje No: TOVAG-105 0 182
- Özyuvacı, N., 1976.** Arnavutköy Deresi yağış havzasında hidrolojik durumu etkileyen bazı bitki- toprak-su ilişkileri. İ.Ü.Or.Fak:Yay. İ.Ü.Yay.No.2082, Or.Fak.Yay.No. 221.
- Suarez, M.P., M. E. Fenn, V. M. Cetina-Alcala and A. Aldrete, 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.
- Zengin, M., 1997.** Kocaeli yöresinde orman ekosistemlerinin hidrolojik ağaçlandırmalar yönünden karşılaştırılması. Orman Bakanlığı Kavak ve Hızlı Gelişen Tür Orman Ağaçları Araştırma Enstitüsü. Orman Bakanlığı Yayın No.055, Müdürlük Yayın No: 217, Teknik Bülten No:182 İzmit.
- Zinke, P. J., 1967.** Forest interception studies in the United States. International Symposium on Forest Hydrology. Edited by Sopper, W. E. and H.W. Lull. Not.Sci. Found. Advance Sci. Semin. Proc.Penn.State Uni. University Park Pergamon Press Oxford.