



## II. ULUSAL AKDENİZ ORMAN VE ÇEVRE SEMPOZYUMU

“Akdeniz ormanlarının geleceği: Sürdürülebilir toplum ve çevre”  
22-24 Ekim 2014 - Isparta

### Orman Ekosistemlerinin İzlenmesi Programı Kapsamında Çökeltme Örneklemesi ve Analizi

Mustafa ZENGİN<sup>1</sup>, Ahmet DUYAR<sup>2,\*</sup>, Seyfettin KİNİŞ<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Kavak ve Hızlı Gelişen Orman Ağaçları Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü, İzmit

<sup>2</sup>Batı Karadeniz Ormanlık Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü, Bolu

\*İletişim yazarı: ahmetduyar@ogm.gov.tr

#### Özet

Birleşmiş Milletler Avrupa Ekonomik Komisyonu (UNECE) Uzun Menzilli Sınır Ötesi Hava Kirliliği Sözleşmesi (CLRTAP) gereğince, 1985 yılında “Hava Kirliliğinin Ormanlar Üzerindeki Etkilerinin İzlenmesi ve Değerlendirilmesi Uluslararası İşbirliği Programı (ICP Forests)” başlatılmıştır. ICP Forests, iki farklı izleme yoğunluğu seviyesini kullanarak Avrupa Birliği ile işbirliği içinde, Avrupa’da orman durumunu izlemektedir. Program halen 41 ülkenin katılımı ile yürütülmektedir. Türkiye’de orman ekosistemlerinin izlenmesi programı kapsamında, çökeltme örneklemesi çalışmalarının, kurulan 52 adet Seviye II Daimi Gözlem Alanı arasından seçilen 15 tanesinde yürütülmesi planlanmıştır. Hali hazırda 9 adet gözlem alanında çökeltme ölçüm aparatları sahaya applike edilmiş olup, kalan 6 adedi 2014 yılı içerisinde tamamlanacaktır. Çökeltme örneklemesi ve analizi esas itibarıyla, açık alan ve orman altı yağış örnekleycilerinde biriken yağış sularının taşıdığı kirleticilerin tespitine dayanmaktadır. Çökeltme ölçüm aparatlarının aplikasyonu, örneklerinin alınması ve analizleri, ICP Forests uygulama kılavuzlarında belirtilen esaslar çerçevesinde ülkemiz şartlarına uygun olarak standartlaştırılmıştır. Kurulumu gerçekleştirilen gözlem alanlarından örneklerin alınması, bazı analizlerin yapılması ve veri birikimi başlamıştır. Şimdiye kadar yapılan ve önümüzdeki birkaç yıl içerisinde yapılacak çalışmalar ile ormanlarımıza gelen yağışlar ve atmosferik kirleticiler hakkında değerli bilgilere ulaşılabacaktır.

**Anahtar Kelimeler:** Ormanlar, Hava kirliliği, Çökeltme

### Deposition Sampling and Analysis Within the Context of Forest Ecosystems Monitoring Programme

#### Abstract

In 1985, "Air Pollution Effects on Forests Monitoring and Evaluation of International Cooperation Programme (ICP Forests)" has been launched in accordance with United Nations European Economic Community, the Convention on Long-Range Transboundary Air Pollution . ICP Forests, using two different monitoring intensity levels, in cooperation with the European Union, is monitoring forest condition in Europe. The program is still being carried out with the participation of 41 countries. Within the context of the programme of Monitoring of forest ecosystems in Turkey. Samplings are planned 15 Level II plots which are selected among 52 Level II plots. The precipitation measurement apparatus have already been applied to the field in the 9 Level II plots, the remaining six units will be completed in 2014. Deposition of the sampling and analysis are based on the detection of pollutants are carried open area and in the forest, open space and forest rain water accumulated in the six precipitation sampler based on the detection of pollutants are carried. Samplings has been started in The Level II plots which were installed. Also, some anlysis could be done. Valuable information about

the rainfall and atmospheric pollutants, will be reached by means of the work to be done in the next few years.

**Keywords:** Forests, Air pollution, Deposition

## 1. GİRİŞ

Su canlı yaşamının vazgeçilmez bir ögesidir. Yüksek rakımlı bölgeler ve dağlık alanlar daha fazla yağış alarak, ülkenin esas su üretim alanlarını oluşturmaktadır (Babalık ve Yazıcı, 2011). Ormanlar su kaynaklarını düzenleyici, suyu depolayıcı ve kalite ve kantite bakımından iyileştirici özellikleri dolayısıyla önemli rol oynamaktadırlar.

Birleşmiş Milletler Avrupa Ekonomik Komisyonu (UNECE) Uzun Menzilli Sınır Ötesi Hava Kirliliği Sözleşmesi (CLRTAP) gereğince, 1985 yılında “Hava Kirliliğinin Ormanlar Üzerindeki Etkilerinin İzlenmesi ve Değerlendirilmesi Uluslararası İşbirliği Programı (ICP Forests)” başlatılmıştır. ICP Forests, iki farklı izleme yoğunluğu seviyesini kullanarak Avrupa Birliği ile işbirliği içinde, Avrupa’da orman durumunu izlemektedir. Program halen 41 ülkenin katılımı ile yürütülmektedir.

Türkiye’de orman ekosistemlerinin izlenmesi programı kapsamında, çökeltme örnekleme çalışmalarının, ağaç türü bazında, 52 adet Seviye II Daimi Gözlem Alanı kurulması ve 15 tanesinde de çökeltme ölçümlerinin yürütülmesi planlanmıştır. 2013 yılı sonu itibari ile 9 adet daimi gözlem alanından veri alınmakta olup, bu sayı 2014 yılı sonunda 15’ e ulaşacaktır. Deposition (çökeltme), hava kirliliği emisyonları ve ormanlar üzerindeki etkileri arasındaki sebepler zincirinin anahtar faktörlerinden biridir. Yoğun izleme alanlarında (Seviye II) Atmosferik depolanmanın miktarının tespiti de bu nedenle gereklidir (ICP Forests Expert Panel on Deposition, 2010).

Türkiye’ de önemli orman ağaçlarından olan Gökmar, seçme işletme kuruluşunda değişik yaşlı, her dem yeşil bir türümüzdür. Ekolojisi gereği serin ve yağışlı yetişme ortamlarında optimal kuruluş yapmaktadır (Çepel, 1988; Kantarcı, 2005). Gölge ağacı özelliği nedeniyle değişik yaşlı ve dikey tabakalı meşcereler kurmaktadır (Anşin, 1988; Ata, 1992).

Kayın, Kuzey Yarımkürenin ılıman iklim bölgelerinde yetişen yapraklı ağaç ormanları içerisinde en baskın ağaçlar arasında yer almaktadır. Türkiye’de Doğu Kayını (*Fagus orientalis* Lipsky.) ve Avrupa Kayını (*Fagus sylvatica* L.) olmak üzere iki türle temsil edilmektedir. Fakat en geniş yayılışı Doğu Kayını (*Fagus orientalis* Lipsky.) yapmaktadır (Atalay, 1992; Yaltırık, 1998).

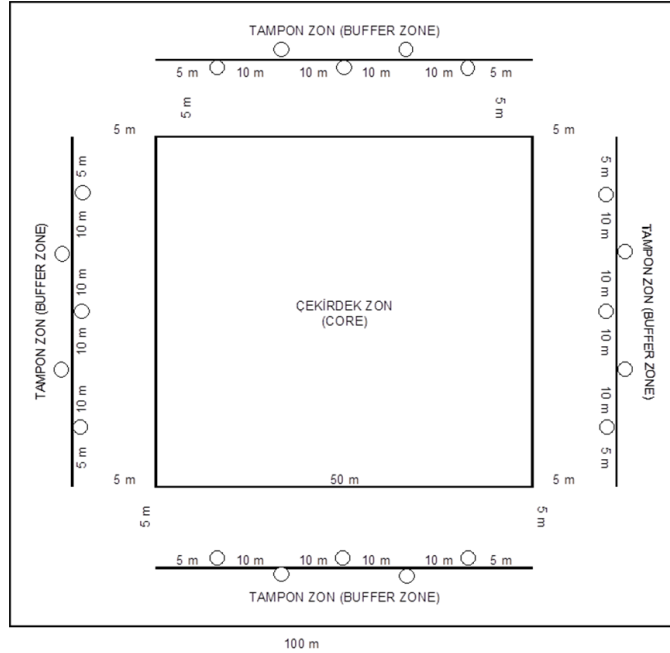
## 2. MATERYAL VE YÖNTEM

Bu çalışmada, Orman Ekosistemlerinin İzlenmesi kapsamında çökeltme örnekleme metotları ve 6 nolu daimi gözlem alanı Uludağ Gökmarı (*Abies bormülleriana* Matff.) ile 23 nolu daimi gözlem alanının Doğu Kayını (*Fagus orientalis* Lipsky) yağış verilerinin değerlendirilmesi yapılmıştır.

6 nolu daimi gözlem alanı Bolu OBM Aladağ OİM Şerif Yüksel Araştırma Ormanında kurulmuştur. Coğrafi konumu 40°37’18” kuzey enlemi ve 31°35’57” doğu boylamıdır. Yükseltisi 1610 m olup, ağaç türü Uludağ Gökmarıdır.

23 nolu Doğu Kayını daimi gözlem alanı, 41°50’25” kuzey enlemi ve 34°50’08” doğu boylamıdır. Kastamonu OBM Ayancık OİM Göldağ İşletme Şefliğinde, 780 m yükseltide yer almaktadır.

Seviye II daimi gözlem alanları, ağaç türü bazında saf meşcerelerden seçilmiştir. Her bir deneme alanı, 100 x100 m. Ölçülerinde, 1 ha'lık orman alanlarından oluşmaktadır. Bu alanın merkezinde yer alan 50x50 metrelik kısmı çekirdek zon adını almaktadır. Diğer kısım ise tampon zondur. Orman altı yağışla gerçekleşen çökeltme ölçümleri tampon zonda gerçekleştirilmektedir. Çökeltme örnekleme çalışmaları, Orman Altı (OA) yağış ölçümlerine ilaveten, Açık Alan (AA) yağış ölçümleri ve Kayın için zorunlu olarak belirlenmiş olan Gövdeden Akış (GA) ölçümleri ile alınan su örneklerindeki çökeltmeden kaynaklanan kirleticilerin laboratuvarında tespitleri şeklinde yapılmaktadır. Aşağıda yer alan kroki, bir daimi gözlem alanında, çökeltme ekipmanlarının yerleşimini göstermektedir (Şekil 1).



Şekil 1. Daimi gözlem alanı yerleşim krokisi

Kare bir alan olarak oluşturulan daimi gözlem alanında, tampon zonda, çekirdek alan kenarlarına paralel olarak her bir yöne 5, toplamda da 20 adet orman altı yağışölçer yerleştirilmiştir. Açık alan yağışölçerlerin sayısı ise 3'tür. Ayrıca, daimi gözlem alanında, her bir yöne 2 şer adet olmak üzere toplam 8 adet kar örnekleyicisi, kış mevsiminde kurulmaktadır. Bunun yanında, kayın ağaç türü için, (ağaç çap kademelerini temsilen) her çap kademesi için bir adet olmak üzere tampon zonda en az 5 adet ağaç seçilerek gövdeden akış ölçümleri gerçekleştirilmektedir.

Çökeltme için yağmur örnekleme haftalık olarak (yağış varsa) gerçekleştirilmektedir. Tampon zonda yer alan 20 adet yağmur örnekleyicisinin, her bir yöndeki 5 örnekleyicisinden bir tane 500 ml'lik laboratuvar numunesi örneği alınmaktadır. Açık alan için de bir adet 500 ml'lik laboratuvar numunesi alınmakta olup, toplamda, her bir daimi gözlem alanından haftalık 5 adet 500 ml'lik laboratuvar örneği oluşturulmaktadır.

Kar örnekleme için kar yağışı döneminde 2 haftalık aralıklarla, her bir yönde olan 2 adet kar örnekleyiciden, tek bir 500 ml'lik laboratuvar numunesi ve açık alandan da bir adet 500 ml'lik kar örnekleyici alınarak, toplamda yine 5 adet 500 ml'lik kar için laboratuvar numunesi oluşturulmaktadır.

Gövdeden Akış için, her bir çap sınıfını temsil eden ağaçlardan gelen yağmur suyundan, 500 ml'lik laboratuvar numunesi alınmaktadır. Her bir örnekleyicideki hacimler de ilgili formlara, gerekli hesaplamalar için not edilmektedir.

Numune alımları ve laboratuvara nakil sırasında, veri kalitesi ve güvenliğine azami dikkat gösterilmektedir. Numune alımları sırasında, olası kirlenmeyi önlemek için pudrasız eldiven kullanılmakta ve numunelerin laboratuvara ulaştırılması sırasında soğuk zincir uygulamalarına dikkat edilmektedir (Şekil 2).



**Şekil 2.** Yağmur örnekleyicilerin hazırlanması

Laboratuvar aşamasında, araziden toplanan su örnekleri kullanılarak, ICP-forest kılavuzunda yer alan zorunlu parametreler için ölçümleri gerçekleştirilmektedir.

**Tablo 1.** Açık Alan, Orman Altı yağış ve Gövdeden Akış depolamada yapılacak analizlerde zorunlu ve seçimli parametreler (ICP Forests Expert Panel on Deposition, 2010)

Örnekleme Tipleri	Zorunlu	İsteğe bağlı	Açıklama
	Yağış miktarı	(Tablo 2)	Bu değerlendirme, değişkenlerin belirlenmesidir. Mümkün olduğunca sıhhatli ölçülmelidir.
	pH ve EC 25°C'de		
	Na, K, Mg, Ca, NH <sub>4</sub>	Al, Mn, Fe ve diğer ağır metaller Ca, Zn, Hg, Pb, Cd, Co, Mo, Ni	
Açık Alan Depolama.	Cl, NO <sub>3</sub> , SO <sub>4</sub>	P <sub>total</sub> , PO <sub>3</sub> <sup>4</sup>	Kuş pislemesinden dolayı, fazla kirlenmemiş. Bununla birlikte, P <sub>total</sub> , bu amaç için ölçülen daha stabil bir parametredir.
Orman Altı Yağış.	Total Alkalinite		Eğer pH yüksek ise, her bir örnek için zorunludur.
Gövdeden Akış.	DOC, N <sub>total</sub> (N <sub>total</sub> , Açık alan dağılım için zorunlu değildir. Fakat şiddetle tavsiye edilir)		HCO <sub>3</sub> , direkt eksenle veya hesaplama (pH, total alkalide, ısı, iyonik direnç) ile bulunabilir.

### 3. BULGULAR

6 nolu gözlem alanında 2007, 23 nolu gözlem alanından ise 2009 yılından itibaren yağış örnekleri alınmaya başlanmıştır (Tablo 2 ve Tablo 3). Yağmur örnekleri haftalık, kar örnekleri ise 2 haftada bir alınmıştır. Örnekleyicilerde yağış suyu olmadığı haftalarda örnek alınmamıştır. Saha yöneticileri, yağış türüne göre örnek türlerini seçmektedir. Yağmur örnekleri, 1610 m yükselteli göknar örnek alanında Mart ayından Aralık ayına kadar alındığı halde, daha alt yükseltideki (780 m) kayın örnek alanında tüm yıl boyunca alınabilmektedir. Kar örnekleri ise göknarda Kasım ayından Nisan ayına kadar, kayında Ocak - Mart ayları arasında alınmıştır (Tablo 4).

**Tablo 2.** Yağış miktarlarına ait tanımlayıcı istatistikler

Ağaç Türü	Örnekleme Dönemi	Yağış	Örnek	N	Min.	Maks.	Std. Sapma	Varyans
Göknar	2007-2013	Yağmur	Orman Altı	94	0,8	82,9	17,6	312,1
			Açık Alan	94	3,6	86,6	18,6	345,2
	2009- 2013	Kar	Orman Altı	27	9,8	99,6	22,4	502,2
			Açık Alan	27	4,8	86,5	23,8	568,1
Kayın	2009- 2013	Yağmur	Orman Altı	119	1,3	93,4	20,6	422,3
			Açık Alan	119	3,7	105,5	23,3	543,3
			Gövdeden Akış	110	0,03	10,9	2,94	8,7
	2010-2013	Kar	Orman Altı	17	3,2	65,2	18,5	343,0
			Açık Alan	17	2,9	96,4	24,1	581,5

Göknar gözlem alanında 7 yıllık çalışmalar sonucunda 94 kez yağmur örnekleme yapılmıştır. Ölçülen ortalama yağmur miktarı değeri AA 26,9 mm ve OA 19,6 mm olup, açık alanda en az 3,6 mm en fazla 86,6 mm bulunmuştur. (Tablo 3). Örneklerdeki ortalama yağmur miktarlarının yıllara göre dağılımında en düşük 2012, en yüksek 2013 yılında ölçülmüştür.

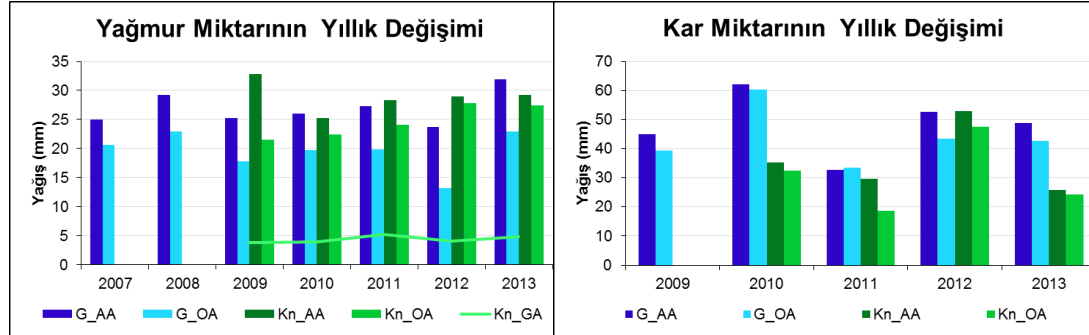
Göknar gözlem alanında kar yağışı ölçümlerine 2009 yılından itibaren başlanmıştır ve 2013 yılı sonuna kadar 27 kez örnek alınmıştır. Ortalama kar yağışı miktarı AA 48,2 mm OA 43,8 mm kaydedilmiştir. Ölçüm dönemi boyunca en yüksek kar yağışı 2010 yılında (62,0 mm), en az ise 2011 yılında (32,6 mm) tespit edilmiştir (Şekil 3).

**Tablo 3.** Örneklerdeki ortalama yağış miktarlarının yıllara göre dağılımı

Yıllar	Yağmur (mm)					Kar Yağışı (mm)			
	Göknar		Kayın			Göknar		Kayın	
	Açık Alan	Orman Altı	Açık Alan	Orman Altı	Gövdeden Akış	Açık Alan	Orman Altı	Açık Alan	Orman Altı
2007	25,0	20,6							
2008	29,2	22,9							
2009	25,2	17,8	34,7	27,2	3,8	45,0	39,3		
2010	26,0	19,7	26,2	22,2	3,9	62,0	60,3	35,3	32,6
2011	27,3	19,9	28,3	24,1	4,1	32,6	33,4	29,6	18,7
2012	23,7	13,1	30,7	27,3	3,5	52,7	43,3	52,8	47,4
2013	32,0	22,9	29,7	26,9	4,0	48,8	42,6	25,8	24,3
Ort.	26,9	19,6	29,9	25,6	3,8	48,2	43,8	35,9	30,7

Kayın gözlem alanında 2009 -2013 yılları arasında yapılan 119 defa gerçekleşen yağmur miktarı ölçümlerinin sonuçlarına göre AA en az 3,7 mm en fazla 105,5 mm iken, OA en az 1,3 mm en fazla 93,4 mm olarak kaydedilmiştir. GA değerleri ise en az 0,03 mm, en fazla 10,9

mm ve ortalama 3,9 mm olarak ölçülmüştür. Kar miktarı ise ortalama AA en az 2,9 mm en fazla 96,4 mm iken, OA en az 3,2 mm en fazla 65,2 mm'dir. AA yağmur örneklerindeki ortalama en yüksek yağışlar 2009 yılında kaydedilmiştir.



Şekil 3. Örneklerdeki ortalama yağış miktarlarının yıllara göre dağılımı

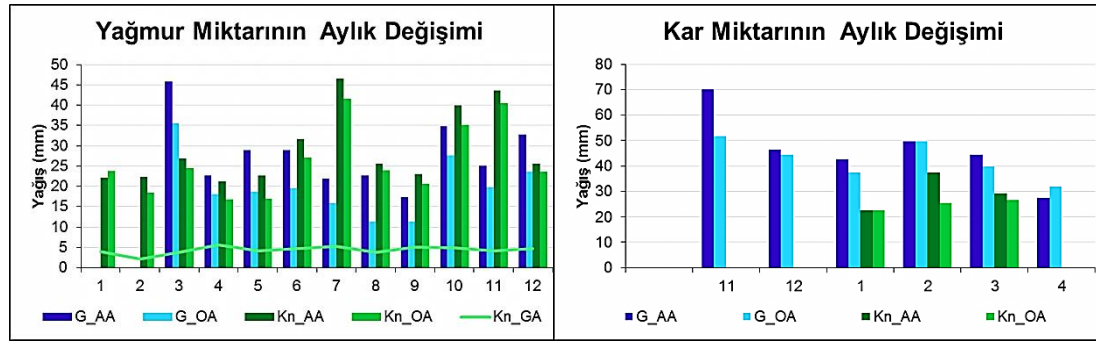
Örnek alanlardaki yağış miktarlarının aylara göre değişimi incelendiğinde, 6 nolu gözlem alanındaki göknar ormanında yağmur örnekleri ortalama AA 28,1 mm iken OA 20,1 mm olarak belirlenmiştir. 23 nolu gözlem alanındaki kayın ormanında ise yağmur miktarı ortalama AA 29,2 mm OA 26,1 mm ve GA 4,4 mm bulunmuştur.

Yağışın, açık alan ve orman altı yağış miktarları karşılaştırıldığında, AA yağış miktarı hemen hemen her zaman OA yağış miktarından daha fazla bulunmuştur. Yağmur formundaki yağışın, açık alan yağış miktarı ile orman altı yağış miktarı arasında, anlamlı ( $P < 0,01$ ) ve çok yüksek düzeyli ( $r > 0,944$ ) pozitif korelasyon vardır. Kayın ormanında açık alan ile gövdeden akış miktarı arasında da benzer ilişki ( $r = 0,677$ ) bulunmuştur. Bu ilişkiyi ortaya koyacak matematiksel modeli belirlemek için, Eğrisel Regresyon Analizi uygulanmıştır.

Tablo 4. Örneklerdeki ortalama yağış miktarlarının aylara göre dağılımı

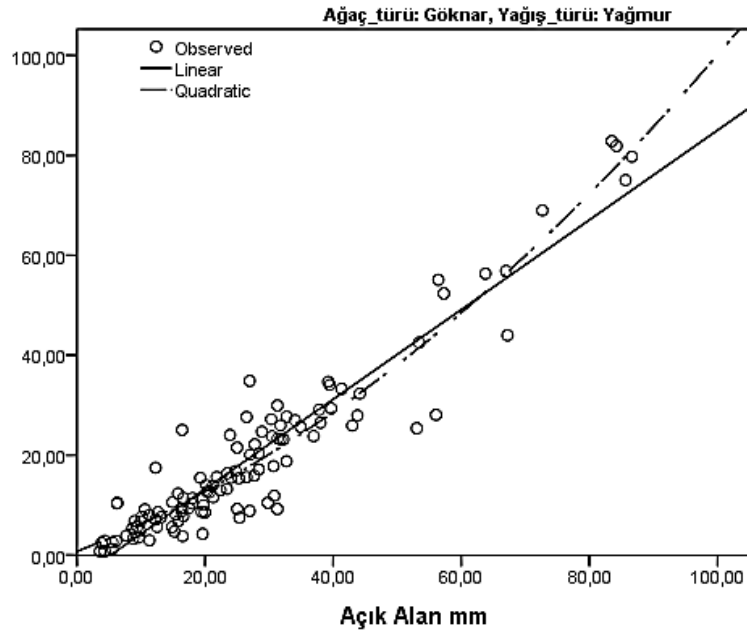
Aylar	Yağmur (mm)					Kar Yağışı (mm)			
	Göknar		Kayın			Göknar		Kayın	
	Açık Alan	Orman Altı	Açık Alan	Orman Altı	Gövdeden Akış	Açık Alan	Orman Altı	Açık Alan	Orman Altı
1			24,3	22,9	3,6	42,7	37,5	22,6	22,6
2			22,3	18,5	2,2	49,8	49,6	37,3	25,4
3	45,8	35,6	26,9	22,9	3,8	50,5	39,8	29,3	26,6
4	22,7	18,1	19,8	16,6	3,7	27,5	31,9		
5	28,9	18,7	22,7	19,7	3,1				
6	28,8	19,5	33,1	27,1	4,6				
7	22,0	15,8	49,2	40,0	4,9				
8	22,6	11,3	25,6	22,7	3,9				
9	17,3	11,3	23,0	20,6	4,6				
10	34,8	27,6	40,0	35,1	4,6				
11	25,0	19,7	43,6	40,4	4,1	70,0	51,7		
12	32,7	23,6	26,6	23,5	3,3	46,6	49,1		
Ort.	28,1	20,1	29,8	25,8	3,9	47,9	43,3	29,7	24,9

Örneklerdeki kar yağışı ortalama miktarının aylara göre değişiminde; göknar ormanında AA 47,9 mm ve OA 43,3 mm, kayın ormanında ise AA 29,7 mm ve OA 24,9 mm bulunmuştur.



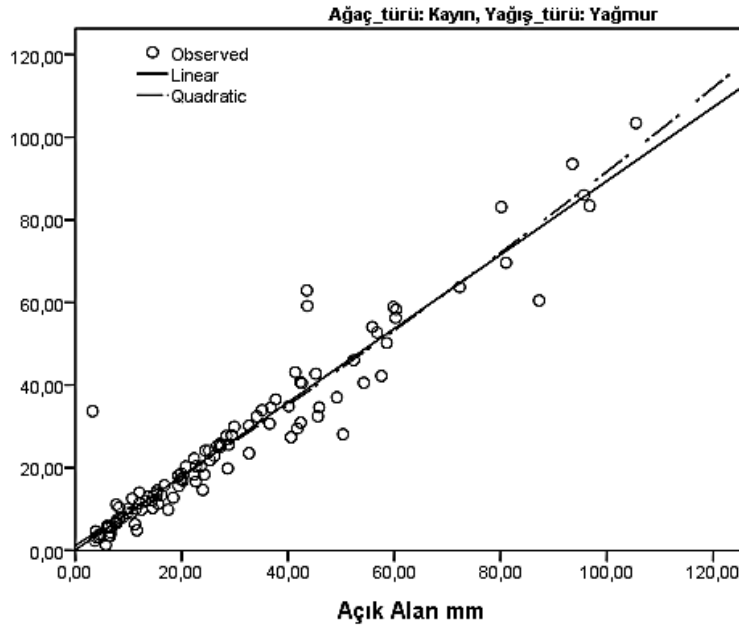
Şekil 4. Örneklerdeki ortalama yağış miktarlarının aylara göre dağılımı

Göknar ormanında, yağmur formundaki yağışın orman altı yağış olarak toprağa ulaşan yıllık ortalama oranı %73 civarındadır. Açık alan ve orman altı yağış ilişkisinde, yağış miktarının yaklaşık 50 mm az olduğu durumlarda doğrusal ( $y=0,897x-4,716$ ) bir regresyon varken, daha yüksek yağışlarda eğrisel (parabolik) ( $y=0,005x^2+0,499x+0,753$ ) bir regresyon söz konusu olmaktadır (Şekil 5). Açık alanda tespit edilen düşük miktarlı (<5 mm) yağmurlar genellikle orman çatısında tutularak, büyük kısmı intersepsiyona uğramaktadır. Yağış miktarının artmasıyla birlikte orman altı yağışın oranı da artmakta ve pik yağışlarda (> 70 mm) açık alan ve orman altı yağış miktarları denk hale gelmektedir.



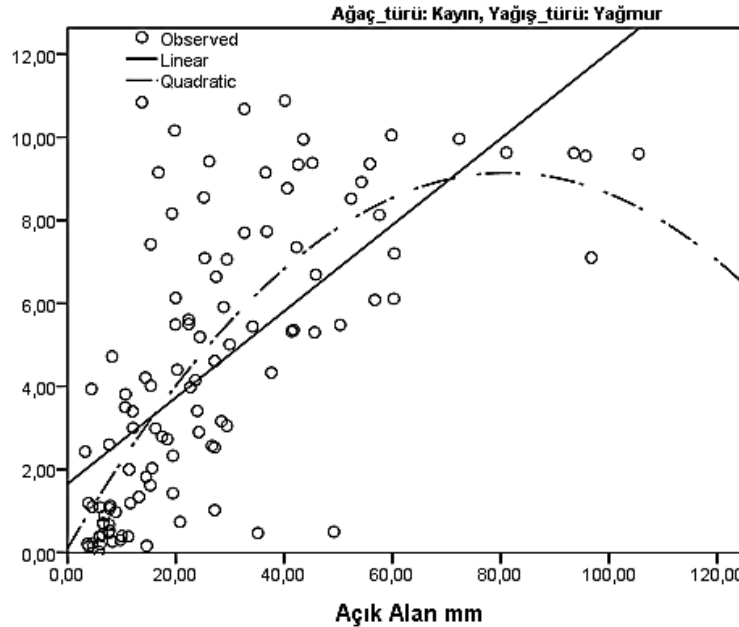
Şekil 5. Göknar ormanında yağmur miktarı için açık alan ve orman altı yağış ilişkisi

Kayın ormanında, açık alandaki yağmurun orman altı yağış olarak toprağa ulaşan yıllık ortalama oranı %86,5 kadardır. Yağmur miktarının açık alan ve orman altı yağış ilişkisini gösteren grafikte (Şekil 6) belirtildiği gibi, aralarında doğrusal bir regresyon ( $y=0,893x+0,080$ ) vardır. Yağmurun tepe çatısında intersepsiyona uğrama oranı göknara göre daha azdır. Yaprak ve dalları ıslatacak birkaç mm yağıştan itibaren, açık alan yağışıyla paralel oranda orman altı yağış oluşmaktadır.



**Şekil 6.** Kayın ormanında yağmur miktarı için açık alan ve orman altı yağış ilişkisi

Kayında yapılan ölçümlere göre, açık alan yağışının ortalama %13 kadarı da gövdeden akış olarak toprağa ulaşmaktadır. Açık alan yağış miktarı ile gövdeden akış miktarı arasındaki ilişkiyi ifade eden matematiksel denklemin ( $y=-0,001x^2+0,224x+0,096$ ) eğrisel bir regresyonla tanımlanması uygundur. Şekil 7'deki grafikte görüldüğü üzere yaklaşık 5 mm miktarını aşan yağışlarla birlikte gövdeden akış başlamakta ve açık alan yağış miktarına göre oransal olarak artmaktadır. Açık alan yağış miktarının (>50 mm) artışı ile gövdeden akışa geçen oranındaki artışında bir miktar azalma meydana gelmektedir.



**Şekil 7.** Kayın ormanında yağmur miktarı için açık alan yağış ve gövdeden akış ilişkisi



#### 4. TARTIŞMA VE SONUÇ

İncelenen iki ağaç türümüzün, açık alan yağış miktarını orman altı yağışa çevirme etkileri farklı düzeylerde olmuştur. Hem her iki örnek alanın yerel iklim şartlarının farklı olması, hem de ağaç türlerinin kendi özellikleri gelen yağışın bir kısmının tepe çatısında tutulması üzerinde önemli rol oynamıştır.

Bulgularımızda da görüleceği üzere açık alan yağış miktarı, intersepsiyon oranına etki etmektedir (Kiniş ve diğ., 2011). Bununla birlikte hava ve yüzey sıcaklığı, bağıl nem miktarı, rüzgar hızı ve yaprak nemi gibi abiyotik ve biyotik bazı faktörlerinde intersepsiyon oranı üzerine etkisi olduğu düşünülmektedir.

Ağaç türlerinin özellikleri üzerinden değerlendirme yapıldığı zaman; göknar her dem yeşil iğne yapraklı ve dikey tabakalı meşcere kuran bir ağaç türü olması nedeniyle, yaprak ve dalları ile orman çatısında kayına göre daha fazla (%30) yağış tutmaktadır. Johnson (1990) ladin ormanında yaptığı çalışmada yağışın %28'inin intersepsiyona uğradığını belirlemiştir. Toprağa ulaşan yağışın % 69'u orman altı yağış, %3'ü ise gövdeden akış olduğunu ifade etmiştir. Göknar gibi ibrelili bir tür olan ladinin orman altı yağış oranı bulgularımızla örtüşmektedir. Zengin (1997) karaçam ormanında yıllık ortalama orman altı yağışı %60, gövdeden akışı %0,9 bulmuştur. ICP Forests kılavuzuna göre kayında zorunlu olan gövdeden akış ölçümü göknarda yapılmamıştır. Göknar ve ladin arasındaki benzerlik dikkate alınırsa, göknar için de gövdeden akış çalışmasının uygulanabilirliği araştırılmalıdır.

Kayında yıllık ortalama orman altı yağış oranı (OA/AA) %86,5 olarak bulunmuştur. Bu değer göknar ile karşılaştırıldığında oldukça yüksek olarak algılanmaktadır. Ancak kayın kışın yaprağını döken bir ağaç olduğu için, yapraklı ve yapraksız dönemleri için orman altı yağış değerlerinin farklı olması beklenmektedir. Zengin (1997) kayın, kestsane ve meşeden oluşan karışık yapraklı ormanda yaptığı çalışmada, orman altı yağış oranını yapraksız dönemde %66,38, yapraklı dönemde ise %68,14 olarak tespit etmiştir. Ahmedi ve diğ. (2009) vejetasyon döneminde kayın ormanında yapmış oldukları yağış çalışmasında, orman altı yağışı %65,9 ve gövdeden akışı %2,0 olarak bulmuşlardır. Yurtseven ve diğ. (2014) meşe meşceresinde yaptıkları çalışmada, meşenin yapraklı (10,87 mm) ve yapraksız (15,84 mm) dönemler için farklı orman altı yağış değerleri bulmuşlardır. Benzer şekilde kayın örnek alanında iklim şartları müsait olduğu için tüm yıl boyunca yağmur örneklemesi yapılma imkânı vardır. Bu nedenle kayının orman altı yağış oranı ve intersepsiyon etkisi yapraklı ve yapraksız dönemleri için ayrıca araştırılmalıdır.

Kayın ormanında gövdeden akış oranı (GA/AA) %13'tür. Zengin (1997) yapraklı karışık meşceredeki çalışmasında gövdeden akış oranını yapraklı dönemde ise %9,1 ve yapraksız dönemde %11,44 olarak tespit etmiştir. Bulduğumuz oran Ahmedi ve diğ. (2009) yapraklı dönemde bulduğu değerlerden çok yüksektir. Orman altı yağış oranında olduğu gibi, meşcerenin yapraklı ve yapraksız olduğu dönemler arasında gövdeden akış oranları arasında farklılık olup olmadığı incelenmesi gereken konulardandır. Ölçümlere ait varyasyonlar çok yüksek bulunmuştur, örnek sayısı arttıkça sonuçlar daha belirgin ortaya çıkacaktır.

#### KAYNAKLAR

- Ahmadi, M. T., Attarod, P., Mohadjer, M. R. M., 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(6), 557-568.
- Anşin, R., 1988, *Tohumlu bitkiler, Gymnospermae* (1. Cilt), KTÜ, Orman Fak. Yayını, Trabzon.
- Babalık, A., Yazıcı, N., 2011, *Ormanlar ve su üretimi*, Orman Mühendisliği, Yıl:48, Sayı: 4-5-6.
- Ata, C., 1992, *Silvikültürün temel prensipleri (Silvikültür I)*, KTÜ, Orman Fak. Yayını, Trabzon.

- Atalay, İ., 1992, *Kayın (Fagus orientalis Lipsky.) ormanlarının ekolojisi ve tohum transferi yönünden bölgelere ayrılması*, Orman Ağaçları ve Tohum Islah Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü yayın No:5 Ankara.
- Çepel, N., 1988, *Orman ekolojisi*, İ.Ü. Orman Fak. Yayını, İstanbul.
- ICP Forests Expert Panel on Deposition, 2010, *International co-operative programme on assesment and monitoring of air pollution effects on forests (ICP Forests) Sampling and analysis of deposition*, Hamburg.
- Johnson, R. C., 1990, The interception, throughfall and stemflow in a forest in highland Scotland and the comparison with other upland forests in the UK. *Journal of Hydrology*, 118(1), 281-287.
- Kantarci, M.D., 2005, *Orman ekosistemleri bilgisi*, İ.Ü. Orman Fak. Yayını, İstanbul.
- Kiniş, S., Duyar, A., Aydın, A., 2011, Gökmar ormanları ve su üretimi, *2023'e Doğru 1. Doğa ve Ormanlık Sempozyumu*, Antalya
- Yaltırık, F., 1998, *Dendroloji Ders Kitabı II, Angiospermae (Kapalı Tohumlular)*, İÜ Orman Fak. Yayın No: 4104/420, İstanbul.
- Yurtseven, İ., Serengil, Y., & Özhan, S., 2014, Meşe Kayın Karışık Meşçeresinde Yapay Sinir Ağları Kullanılarak İntersepsiyonun Tahmin Edilmesi. *Journal of the Faculty of Forestry Istanbul University (JFFIU)*, 63(1), 19-26.
- Zengin, M., 1997, *Kocaeli yöresinde orman ekosistemlerinin hidrolojik ağaçlandırmalar yönünden karşılaştırılması*, Orman Bakanlığı Yayınları No: 055, Müdürlük Yayın No: 217, Teknik Bülten No: 182, İzmit.