

ORMAN ZARARLARININ ARTIM VE BÜYÜME ÜZERİNDEKİ ETKİLERİ

Doç. Dr. Ünal ASAN¹⁾

Kısa Özet

Bu makalede, "Kompleks Orman Hastalığı" ya da "Yeni Tür Orman Zararları" olarak tanımlanan orman zararlarının, tek ağaç ve meşcerelerin artım ve büyümesi üzerindeki etkileri incelenmiştir. Özellikle Federal Almanya'da bu alanda yapılan bazı araştırmalar tanıtıldıktan sonra, orman zararlarının meşcere hacim ve hasılat ögelerinde neden olduğu artım kayıplarının amanaşman pratiği açısından önemine işaret edilmiştir.

1. GİRİŞ

Hava kirliliği başta olmak üzere kuraklık, don, böcek, mantar ve diğer konukçu bitkiler gibi biyotik ve abiyotik faktörlerin kombine etkisi, orman ekosistemindeki ürün ve hizmet oluşumunu önemli ölçüde kısıtlamaktadır. zaman zaman ekosistemin yaşam sürecini de tehdit eden ve "Kompleks orman Hastalığı" ya da "Yeni Tür Orman Zararları" olarak adlandırılan bu olgu, uluslararası sınır tanımadan çok geniş bölgelerde aynı anda ortaya çıkmakta, iklim, toprak, konum ve farklı meşcere kuruluşu gibi değişik ekolojik niteliklere sahip yetiştirme ortamlarında hiçbir koşul tanımaksızın tüm orman ağaçlarını etkisi altına almaktadır (ÇEPEL, 1990, s. 8-10).

Orman zararları üzerinde özellikle hava kirliliğinin baskın faktör olması halinde, ekosistemin yaşam sürecini etkileyen organik madde döngüsü ve beslenme ilişkileri daha da kötüleşmektedir. Çünkü oluşan asit yağışlar bir taraftan yaprak ve iğne yapraklarındaki klorofilin yapısını bozup hücre çeperlerini ve stomaları parçalarken, diğer taraftan orman toprağında biriken zehirli bileşikler beslenme yetersizliklerine ve kök zehirlenmelerine neden olmaktadır (ERASLAN, 1990). Beslenme ilişkileri ve sağlığı bozulan orman ağaçları zamanla zayıflamakta, mantar, böcek, don ve kuraklık gibi biyotik ve abiyotik faktörlerin olumsuz etkilerine karşı dirençlerini yitirmektedir. (ACATAY, 1968, s. 11).

Toprakta ve asimilasyon organlarında ortaya çıkan bu olumsuzluklar, zarar nedeni diğer

1) I.Ü. Orman Fakültesi Orman Ameneşmanı Anabilim Dalı Üyesi.

faktörlerin de sayı, etki ve süresine bağlı olarak, orman ağaçlarında önce tomurcuk faaliyetlerini geciktirmekte ve sürgün boylarını kısaltmakta, sonra da yaprak boyutlarının küçülmesine, renk tonlarının değişmesine ve zamanından önce yaprak dökülmesine neden olmaktadır. Sayılan tüm bu olumsuzluklar, orman ağaçlarında organik madde üretimini gerçekleştiren yaprak ve iğne yaprak miktarlarında hem sayısal bakımdan, hem de birim yaprak miktarı başına gözlenen üretim performansı yönünden düşüşler ortaya çıkarmaktadır.

Asimilasyon organlarında gözlenen bu olgu orman ağaçlarının yıllık halka, boy, göğüs yüzeyi ve hacim gelişimlerini de etkilemektedir. Zarar yapar faktörlerin, bileşim, yoğunluk ve süresine bağlı olarak değişik düzeylerde beliren bu etki uzun bir süre yavaş bir trend göstermektedir. Etkileme süresinin uzamasına ve baskı şiddetinin artmasına koşut olarak ağaçların artım ve büyümesi önce yavaşlamakta, sonra da tamamen durmaktadır. Orman zararının böyle bir sürece girmesi kronik zarar adı ile anılmaktadır. Zarar sürecinin kısa bir periyot içinde tamamlanması orman ağaçlarını süratle öldürmekte ve kimi ekstrem koşullarda ekosistemi tamamen çökertebilmektedir. Zararın bu biçimde ortaya çıkması akut ya da çok zarar olarak tanımlanmaktadır.

Orman zararlarının ağaçların artım ve büyümeleri üzerindeki etkisi, zarar gören ağacın irsel nitelikleri ve özel konumu yanında orman zararının oluşum sürecine göre de değişmektedir. Murgul ve Yatağan örneklerinde olduğu gibi tüm orman ekosistemini yok eden çok zarar sürecinde ağaçlar kısa sürede öldüğü için, zararın artım ve büyüme üzerindeki yavaşlatıcı etkisini somut olarak izleme olanağı bulunmamaktadır (GÜNAY, 1985; MOL, 1985). Ancak, hangi nedenle olursa olsun, sürecin kronik trent göstermesi halinde, bu zararın artım ve büyümeyi hangi aşamadan itibaren yavaşlattığı tek ağaçlar üzerinde belirli bir doğruluk ve güven düzeyi ile saptanabilmektedir. Tek ağaç yerine tüm meşcere ele alınırsa, birim alan başına uğranılan artım kaybını aynı doğruluk ve güven ile belirleme olanağı bulunmamaktadır.

Hacim artımı, faydalanmayı düzenleyen amenajman metodlarının hemen hepsinde eta formlerinin en önemli parametresidir. Bu nedenle, orman zararlarından ötürü uğranılan artım kayıplarının yeterli bir doğruluk ve güven düzeyi ile bilinmesi, orman sağlığı kadar, ürün akışı sürekliliği yönünden de gereklidir. ormancılık literatürümüz gözden geçirildiğinde, özellikle hava kirliliği nedeniyle ortaya çıkan orman zararlarının Murgul, ve Yatağan'da çok ve kronik zarar biçiminde önemli kayıplar meydana getirdiği ve yöre ormanlarındaki eta ve üretim sürekliliğini altüst ettiği görülmektedir (ACATAY, 1968; ÇEPEL, 1990; ERDİN, 1983; GERAY, 1987; GÜNAY, 1985; MOL, 1986).

Makalenin amacı, yurtiçi ve dışında yapılan bazı gözlem ve araştırma sonuçlarını irdeleyerek orman zararlarının artım ve büyüme üzerindeki etkilerinin ayrıntılı bir analizini yapmaktır. Özellikle Federal Almanya'da değişik araştırmacılar tarafından bu alanda gerçekleştirilen çalışmaları tanıtarak, orman zararlarının meşcere hacim ve hasılat öğelerinde neden olduğu artım kayıplarının amenajman pratiği açısından önemini vurgulamaktır.

2. ORMAN ZARARLARININ TEK AĞAÇLAR ÜZERİNDEKİ ETKİLERİ

Akut ve kronik orman zararlarının tek ağaçlar üzerindeki etkilerini belirlemek amacıyla yapılan araştırmalardan bazıları aşağıda özetlenmiştir.

Erdin (1983), gaz zararlarının artım kaybı üzerindeki etkilerini saptamak amacıyla kronik zarar kuşağında yer alan ve kirlenici kaynağa farklı uzaklıklarda bulunan 22 adet iğne yapraklı ağaç (ladin ve göknar) örneğini incelemiştir. Ağaçların 1.30 m yüksekliğinden artım burgusu yar-

dımıyla çıkardığı kalemeler üzerindeki yıllık halka genişliklerini 0,01 mm duyarlılıkla ölçen yazar, yıllık halka genişliklerinin 1951 senesinden sonraki gelişme trendini, tüm örneklerin ortalaması halinde belirlemiştir.

Gelişim trendini yıllık yağış ve kültür dioksit miktarlarıyla da ilişkiye getiren araştırmacı, sonuçta 27 yıllık periyot boyunca yıllık halka genişliğinin genelde artan bir trent gösterdiğini belirterek, sonuç üzerinde geçerli bir yorum yapmanın olanaksızlığını vurgulamıştır. Araştırma bulgularının bilinen sonuçlarla çelişmesini, örnek ağaçların kirlenici kaynağı farklı uzaklıklarda bulunmasına, yaşların ve türlerinin değişik olmasına ve örnek sayısının yetersiz kalmasına bağlamıştır (ERDİN, 1983, s. 126-128).

Günay (1986), aynı yörede (Murgul-Kabacadere) yaptığı bir incelemede, kirlenici kaynağa 11 km uzakta ve kronik zarar kuşağında bulunan 54 yaşında bir ladin ile, 90 yaşında bir göknardan gövde kesitleri almıştır. Kesitler üzerinde yıllık halka genişliğinin yaşa göre gelişimini inceleyen araştırmacı, bakır fabrikasının faaliyete geçtiği 1951 yılından önce 3-4 mm olan yıllık halka genişliğinin bu tarihten sonra aniden 1 mm/yıl'a indiğini ve bu trendin her iki kesitte de aynı biçimde devam ederek, ağaçların kesildiği 1985 yılına kadar (34 yıl) sürdüğünü ortaya koymuştur (GÜNAY, 1986, s. 31).

Hava kirliliği nedeniyle ortaya çıkan orman zararının yıllık halka genişliği üzerindeki etkileri *Mol* (1984) tarafından da incelenmiştir. Araştırmacı, Yatağan termik santralının bacasından yükselen zehirli gazların neden olduğu orman ölümleri sırasında, akut zarar kuşağında bulunan ve iğne yapraklarının %50'sini kaybeden kızılçamalarda sadece ilkbahar odununun teşekkül edebildiğini ve yıllık halka oluşumunun yarım kaldığı saptanmıştır. Zarar baskısının az olduğu kronik zarar kuşağında ise, iğne yapraklarının %30'unu kaybeden ağaçlarda yıllık halka genişliğinin yarıya indiğini belirlemiştir (MOL, 1985, s. 2).

Federal Almanya'nın Baden-Württemberg Eyaleti'nin Alspirbach yöresi ormanlarında 17 sağlıklı, 21 hasta, 19 çok hata ağaç üzerinde yapılan araştırma sonuçları, zarar gören ağaçlarda ortalama yıllık halka gelişiminin 1950 yılından itibaren sürekli gerilediğini ve azalma oranının zarar şiddetine koşut olarak arttığını ortaya koymuştur (ANONYMUS, 1986, s. 18). Araştırma bulguları 2 No'lu şekilde grafik olarak gösterilmiştir.

Şekil No: 2'nin incelenmesiyle de anlaşılacağı üzere, şiddetli derecede hasta olan ağaçlardan oluşan yıllık halka genişliği, 1948 yılında oluşan miktarın 1/3'ü kadardır.

Göknarlarda orman zararlarının yıllık halka genişliği ve göğüs yüzeyi artımı üzerindeki etkilerini saptamak amacıyla bir başka araştırma da *Konner - Metendorf - Bachmeyer* (1989) tarafından yapılmıştır. Araştırmacılar, yetişme ortamı özellikleri, verim güçleri, meşcere karakteristikleri ve maruz kaldıkları zarar şiddetleri farklı olan sekiz deneme alanının her birinde hakim durumda bulunan ağaçlar arasından seçtikleri 4 adet ağacı keserek incelemiştir. Ağaçların 1,3 m yüksekliğinden aldıkları kesitler üzerinde 8 ayrı yönde ölçtükleri yıllık halka genişliklerinin rölatif değerlerini *Hugershof* tarafından önerilen eksponansiyel denklemler yardımıyla dengeleyerek, rölatif yıllık halka genişliğinin genel trendini belirlemiştir. Daha sonra deneme alanlarının her birisi için elde ettikleri genel trendi *Grecke* (1986) tarafından geliştirilen referans eğri (100. yaşta 12 m³/Ha genel ortalama artım sağlayan bonitet göstergesi) ile karşılaştıran araştırmacılar, elde ettikleri bulguları iklim verileri ile de ilişkiye getirmişlerdir.

Bu araştırma sonunda elde edilen bulgulardan bir bölümü Tablo No: 1'de verilmiştir. tablo değerleri 1979-1983 yılları arasındaki 5 yıllık periyot içinde sağlıklı bireylere oranla çap ve boy-larda gerçekleşen artım miktarlarını göstermektedir.

Tablo No: 1

Değişik Şiddette Zarar Görmüş Ladin Meşcerelerinde, Sağlıklı Bireylere Oranla Gerçekleşen Çap ve Boy Artımlarının, Zarar Şiddetine ve Büyüme Alanına Göre Değişimi (SCHÖPFER, 1986'ya göre).

Büyüme alanı k/d h/d %	İğne yaprak kayıp oranları (%)					
	11-20	21-30	31-40	41-50	51+	
61 - 70 61 - 70	94,2	90,3	83,7	81,4	78,0	Çap artımı
51 - 60 71 - 80	93,5	89,0	81,5	78,8	75,0	
41 - 50 81 - 90	92,2	86,9	78,0	74,9	70,2	
31 - 40 91 - 100	90,8	84,6	74,0	70,3	64,9	
61 - 70 61 - 70	94,6	87,4	79,7	75,1	62,5	
51 - 60 71 - 80	94,6	87,4	79,6	75,0	62,4	
41 - 50 81 - 90	94,2	86,5	78,2	73,3	59,7	
31 - 40 91 - 100	93,6	85,1	76,0	70,6	55,8	

Tablo değerlerinin incelenmesiyle de anlaşılacağı üzere, büyüme alanı faktörleri (k/h ve h/d) sabit iken rölatif çap ve boy artımları zarar şiddetine bağlı olarak değişmektedir. Zarar şiddeti büyüdükçe artım kaybı da çoğalmaktadır. Örneğin, büyüme alanı faktörlerinin her ikisinin de %61-70 olması halinde iğne yaprak kayıp oranı %11-20 iken, rölatif çap artımı %92,2 oranında gerçekleşmektedir. Yani çap artımında sağlıklı bireylere oranla %100 - %94,2 = %5,8 miktarında bir kayıp ortaya çıkmaktadır. zarar şiddetinin %50'den büyük olması halinde çap artımında ortaya çıkan kayıp miktarı %22'ye ulaşmaktadır.

Aynı durum rölatif boy artımında da görülmektedir. Büyüme alanı faktörleri sabit iken, zarar şiddeti arttıkça boy artımında ortaya çıkan kayıp da çoğalmaktadır. Örneğin k/h ve h/d oranları %61-70, iğne yaprak kayıp oranı %11-20 arasında iken, rölatif boy artımı %94,6'dır. Yani boy ar-

tımında ortaya çıkan kayıp miktarı %5,4'tür. Zarar şiddeti %50'den büyük olması halinde kayıp miktarı %37,5'a yükselmektedir.

Araştırmada elde edilen ve fakat makalenin hacmini büyütmemek amacıyla burada gösterilmeyen diğer bulgulara göre, göknar meşcerelerinde de benzer sonuçlar ortaya çıkmaktadır. Ancak, bu ağaç türünde çap artımında gözlenen kayıp ladinden daha fazla zarar karşın, boy artımında ortaya çıkan kayıp ladinden daha azdır. Bir başka anlatımla aynı zarar şiddeti ladinin boy gelişimini göknardan daha fazla etkilemektedir (SCHÖPFER, 1986, s. 315 - 319).

Orman ağaçlarının tepe boyutları ile çap, göğüs yüzeyi, hacim ve bunların artımları arasında kuvvetli bir ilişki mevcuttur (ASSMANN, 1961, KALIPSIZ, 1982). Ladin ormanlarında hava fotoğraflarından saptanan tepe boyutları ile tek ağaçların çap, göğüs yüzeyi ve göğüs yüzeyi artımlarının tahmin edilebileceği Akça (1984) tarafından ortaya konduktan sonra, bu ilişkiden orman zararının neden olduğu artım kayıplarının saptanması amacıyla da yararlanılmıştır. Makalenin asıl amacı orman zararları-üretim ilişkileri olmakla birlikte, kendisinden sonraki çalışmalara dayanak olan bu araştırmaya ait temel bulguların özet tablo halinde burada verilmesi konunun önemi açısından yararlı görülmüştür.

Tablo No: 2

Tek Ağaç Tepe Boyutları ile Çap, Çap Artımı ve Göğüs Yüzeyi Artımı Arasındaki İlişkilere Ait Pearson Korelasyon Katsayıları (AKÇA, 1984'e göre).

Hava fotoğraflarında ölçülen tepe boyutları						
	Göğüs çapı	5 yıllık çap artımı	5 yıllık göğ. yüz. artımı	Göğüs çapı	5 yıllık çap artımı	5 yıllık göğ. yüz. artımı
Genişlik	0,8188	0,7410	0,7785	0,7748	0,7654	0,7919
Boy	0,7593	0,7057	0,7303	0,6799	0,6308	0,6388
Yan yüzey alanı	0,7868	0,7134	0,7591	0,7539	0,7233	0,7514
Hacim	0,7421	0,6647	0,7200	0,7276	0,6960	0,7335

Not : Çap, çap artımı ve göğüs yüzeyi artımları yersel ölçülerle elde edilmiştir.

Akça'nın bu çalışmasından ve hava fotoğraflarından yararlanarak, orman zararlarının tek ağaç göğüs yüzeyi artımı üzerindeki etkileri Negal - Soborowsky - Kramer (1984) tarafından araştırılmıştır. Değişik şiddette zarar gören genç ladin meşcerelerinde birim tepe alanı başına, göğüs yüzeyi artımında ortaya çıkan azalmayı inceleyen araştırmacılar, 1/2000 ölçekli hava fotoğrafında ölçtükleri tepe alanı ile, yersel yöntemle saptadıkları son 5 yıllık göğüs yüzeyi artımını ilişkiye getirmişlerdir. Yaptıkları araştırma sonunda, değişik şiddette zarar gören ormanlarda göğüs yüzeyi artımının hiç zarar görmeyen sağlıklı bireylere oranla birinci zarar sınıfında %86, ikinci zarar sınıfında %75, üçüncü zarar sınıfında ise %52 oranında gerçekleştiğini saptamışlardır (NAGEL - SOBOROWSKY - KRAMER, 1984, s. 1389). Bu durum, orman zararlarının göğüs yüzeyi artımı üzerinde birinci zarar sınıfında %14, ikinci zarar sınıfında %25, üçüncü zarar sınıfında ise %48 oranında azaltıcı rol oynadığını ortaya koymaktadır.

Aynı şiddette orman zararı görmüş tek ağaçlarda orman zararının ağaç türleri üzerindeki etkilerini inceleyen bir araştırmanın sonuçları da oldukça ilginçtir. Gövde ve tepe boyutları ile, büyüme mekânı ve rekabet koşulları da dikkate alınarak, ladin, göknar ve sarıçamda yapılan gözlem sonuçlarının matematiksel fonksiyonlarla ortaya konduğu bu çalışmada, tek ağaçlarda gözlenen artım kayıpları iğne yaprak kayıp oranına bağlı olarak hesaplanmıştır. Araştırmada önce tepe yüzey alanı ile hacim artımı arasındaki ilişki aşağıdaki denklem yardımıyla belirlenmiştir (KRAMER, 1986, s.13) :

$$\text{Ladin} \quad Y = 251 - 3,78x \quad r = 0,81 ; S_y = \%6,0$$

$$\text{Göknar} \quad Y = 405 - 5,61x \quad r = 0,94 ; S_y = \%5,1$$

$$\text{Sarıçam} \quad Y = 366 - 4,79x \quad r = 0,73 ; S_y = \%7,6$$

Araştırmada sağlıklı (0), hasta (1) ve çok hasta (2) bireyler için saptanan ortalama hacim artımı kayıpları aşağıdaki tabloda gösterilmiştir (KRAMER, 1986, s. 131):

Tablo No: 3

Orman Zararına Uğramış Tek Ağaçlarda Gerçekleşen ve Azalan Hacim Artımı Oranlarının, Ağaç Türleri ve Zarar Sınıflarına Göre Değişimi (KRAMER, 1986'ya göre)

Zarar sınıfları	(0) Sağlam		(1) Hasta		(2) Çok hasta	
	≤ 10	11 - 25	26 - 60			
İğne yaprak kayıp oranı %						
Artım miktarları %	Gerçekleşen	Kayıbolan	Gerçekleşen	Kayıbolan	Gerçekleşen	Kayıbolan
Ladin	100	0	86	14	42	58
Göknar	100	0	87	13	47	53
Sarıçam	100	0	88	12	50	50

3. ORMAN ZARARLARININ MEŞCERE HACİM VE HACİM ARTIMI ÜZERİNDEKİ ETKİLERİ

Giriş bölümünde de belirtildiği üzere, değişik nedenlerle ortaya çıkan orman zararları, ağaçlarda organik madde üretimini gerçekleştiren yaprak ve iğne yaprak miktarlarında kantite ve performans yönünden azalmalar meydana getirmektedir. Bu azalmalar, tek ağaçların artım ve büyümelerini olumsuz yönde etkilemekte, çap, boy, göğüs yüzeyi ve hacim gibi hasılat öğelerinin artımlarında değişik oranlarda kayıplara neden olmaktadır. Tek ağaçların artım ve büyümelerinde gözlenen bu kayıplar meşçere gelişmesine de yansımaktadır.

Meşcereler tek ağaçlardan meydana gelmekle birlikte, meşçereye ait hacim ve hasılat öğelerinin yaşa göre gelişimleri tek ağaçların gelişiminden farklılık göstermektedir. Tek ağaçların artım ve büyümesi üzerinde, incelenen ağacın içinde yer aldığı yetişme ortamı koşullarının, komşuluk ilişkilerinin ve sözkonusu ağacın genetik niteliklerinin etkisi bulunmaktadır. Meşçere gelişimi ise,

yetişme ortamı ve genetik nitelikler yanında sıklık derecesinden etkilenmektedir (KALIPSIZ, 1982). Ağaç türü ve yetişme ortamı koşulları sabit iken meşçere hacim artımının yaşa göre gelişimi üzerinde sıklığın büyük etkisi bulunmaktadır. Bu nedenle orman zararlarının meşçere üzerindeki etkileri incelenirken, meşçereyi temsilen alınan örnek ağaçların tepe rekabet faktörleri ya da tepe izdüşüm alanları da dikkate alınmaktadır (KRAMER, 1986, s. 124-133, SCHÖPFER, 1986, s. 315).

Orman zararı ile meşçere hacim artımı arasındaki ilişkilere ait güvenli bilgiler ancak, sabit deneme alanlarında periyodik ölçmelere dayanılarak yapılan hasılat araştırmalarıyla elde edilmektedir. Bu tür çalışmalar henüz yapılmadığı içindir ki gerek duyulan bilgiler bir defalık ölçmelerle sağlanmaktadır. Bu amaçla ya sağlıklı ve hasta meşcerelerde elde edilen bilgiler birbirine oranlanmaktadır. Ya da, hasta meşcerelerde elde edilen bulgular normal hasılat tablolarıyla karşılaştırılmaktadır. Ancak, aşağıda ana başlıklar halinde verilen nedenlerden ötürü, meşçere artım kayıplarının belirleme sırasında bazı güçlüklerle karşılaşmaktadır (ATHARİ - KRAMER, 1983, s. 319):

- Bulguları karşılaştırmak için aynı koşullara sahip sağlıklı meşçereyi bulmak çok zordur.
- Tek ağaçlardan sağlanan yıllık halka analizlerine ait bulgular çok geniş aralık içinde değişmektedir.
- Yıllık halka gelişimi üzerinde orman zararlarından başka iklim ve toprak faktörleri de önemli rol oynamaktadır.
- Yıllık halka analizleri sırasında, zarar şiddetinin ekstrem boyutlara ulaştığı yıllarda hiç oluşmayan yıllık halkaların (missing annual rings) saptanması için özel teknikler (senkronize eğriler) gerekmektedir.

Bu konuda ortaya çıkan bir başka problem de, meşçere içindeki tüm ağaçların orman zararından aynı oranda etkilenmemeleridir. Şiddetli zarar gören bir meşçerede tek ağaçların çap gelişimleri, azalan gövde sayısından ötürü kırılan meşçere kaplılığı nedeniyle artabilmektedir. Ancak, anormal derecede azalan birey sayısı, tek ağaçlarda gözlenen bu artımı hektardaki hacim artımına yansıtılmaktadır (KALIPSIZ, 1982).

Meşçere hacim artımında orman zararları nedeniyle ortaya çıkan artım kayıplarını belirtmek amacıyla yapılan çalışmalardan bazıları aşağıda tanıtılmıştır.

Schöpfer - Hradetzky (1986), orman zararının çap, boy ve hacim artımı üzerindeki etkilerini belirlemek amacıyla yaptıkları bir yöntem araştırmasında, sabit deneme alanlarında kestikleri binden fala deneme ağacından topladıkları materyali üç değişik biçimde değerlendirerek, 1964-1983 yıllarını kapsayan 20 yıllık dönemde çap, boy, göğüs yüzeyi ve hacim artımında orman zararı nedeniyle ortaya çıkan artım kayıplarını incelemişlerdir. Araştırmacılar, her deneme alanında biri sağlıklı diğeri hasta olan ikişer ağaç keserek, bunların göğüs yüksekliğinden aldıkları gövde kesitlerini ve son 20 yıllık boy artımlarını kullanmışlardır. Araştırma sonucu elde edilen bulgulardan yıllık cari hacim artımında ortaya çıkan rölatif kayıplar, 1979-1983 periyodu için yaş ve bonitet sınıfları itibarıyla aşağıdaki tabloda gösterilmiştir (SCHÖPFER-HRADETZKY, 1986, s. 463).

Aynı şiddette orman zararı görmüş tek ağaçlarda orman zararının ağaç türleri üzerindeki etkilerini inceleyen bir araştırmanın sonuçları da oldukça ilginçtir. Gövde ve tepe boyutları ile, büyüme mekânı ve rekabet koşulları da dikkate alınarak, ladin, göknar ve sarıçamda yapılan gözlem sonuçlarının matematiksel fonksiyonlarla ortaya konduğu bu çalışmada, tek ağaçlarda gözlenen artım kayıpları iğne yaprak kayıp oranına bağlı olarak hesaplanmıştır. Araştırmada önce tepe yüzey alanı ile hacim artımı arasındaki ilişki aşağıdaki denklem yardımıyla belirlenmiştir (KRAMER, 1986, s.13) :

$$\begin{aligned} \text{Ladin} \quad Y &= 251 - 3,78x & r &= 0,81 ; S_y = \%6,0 \\ \text{Göknar} \quad Y &= 405 - 5,61x & r &= 0,94 ; S_y = \%5,1 \\ \text{Sarıçam} \quad Y &= 366 - 4,79x & r &= 0,73 ; S_y = \%7,6 \end{aligned}$$

Araştırmada sağlıklı (0), hasta (1) ve çok hasta (2) bireyler için saptanan ortalama hacim artımı kayıpları aşağıdaki tabloda gösterilmiştir (KRAMER, 1986, s. 131):

Tablo No: 3

Orman Zararına Uğramış Tek Ağaçlarda Gerçekleşen ve Azalan Hacim Artımı Oranlarının, Ağaç Türleri ve Zarar Sınıflarına Göre Değişimi (KRAMER, 1986'ya göre)

Zarar sınıfları	(0) Sağlam		(1) Hasta		(2) Çok hasta	
İğne yaprak kayıp oranı %	≤ 10		11 - 25		26 - 60	
Artım miktarları %	Gerçekleşen	Kayıbolan	Gerçekleşen	Kayıbolan	Gerçekleşen	Kayıbolan
Ladin	100	0	86	14	42	58
Göknar	100	0	87	13	47	53
Sarıçam	100	0	88	12	50	50

3. ORMAN ZARARLARININ MEŞCERE HACİM VE HACİM ARTIMI ÜZERİNDEKİ ETKİLERİ

Giriş bölümünde de belirtildiği üzere, değişik nedenlerle ortaya çıkan orman zararları, ağaçlarda organik madde üretimini gerçekleştiren yaprak ve iğne yaprak miktarlarında kantite ve performans yönünden azalmalar meydana getirmektedir. Bu azalmalar, tek ağaçların artım ve büyüme olumsuz yönde etkilemekte, çap, boy, göğüs yüzeyi ve hacim gibi hasılat öğelerinin artımlarında değişik oranlarda kayıplara neden olmaktadır. Tek ağaçların artım ve büyümelerinde gözlenen bu kayıplar meşcere gelişmesine de yansımaktadır.

Meşcereler tek ağaçlardan meydana gelmekle birlikte, meşcereye ait hacim ve hasılat öğelerinin yaşa göre gelişimleri tek ağaçların gelişiminden farklılık göstermektedir. Tek ağaçların artım ve büyümesi üzerinde, incelenen ağacın içinde yer aldığı yetişme ortamı koşullarının, komşuluk ilişkilerinin ve sözkonusu ağacın genetik niteliklerinin etkisi bulunmaktadır. Meşcere gelişimi ise,

yetişme ortamı ve genetik nitelikler yanında sıklık derecesinden etkilenmektedir (KALIPSIZ, 1982). Ağaç türü ve yetişme ortamı koşulları sabit iken meşcere hacim artımının yaşa göre gelişimi üzerinde sıklığın büyük etkisi bulunmaktadır. Bu nedenle orman zararlarının meşcere üzerindeki etkileri incelenirken, meşcereyi temsilen alınan örnek ağaçların tepe rekabet faktörleri ya da tepe izdüşüm alanları da dikkate alınmaktadır (KRAMER, 1986, s. 124-133, SCHÖPFER, 1986, s. 315).

Orman zararı ile meşcere hacim artımı arasındaki ilişkilere ait güvenli bilgiler ancak, sabit deneme alanlarında periyodik ölçmelere dayanılarak yapılan hasılat araştırmalarıyla elde edilmektedir. Bu tür çalışmalar henüz yapılmadığı içindir ki gerek duyulan bilgiler bir defalık ölçmelerle sağlanmaktadır. Bu amaçla ya sağlıklı ve hasta meşcerelerde elde edilen bilgiler birbirine oranlanmakta, ya da, hasta meşcerelerde elde edilen bulgular normal hasılat tablolarıyla karşılaştırılmaktadır. Ancak, aşağıda ana başlıklar halinde verilen nedenlerden ötürü, meşcere artım kayıplarının belirleme sırasında bazı güçlüklerle karşılaşmaktadır (ATHARİ - KRAMER, 1983, s. 319):

- Bulguları karşılaştırmak için aynı koşullara sahip sağlıklı meşcereyi bulmak çok zordur.
- Tek ağaçlardan sağlanan yıllık halka analizlerine ait bulgular çok geniş aralık içinde değişmektedir.
- Yıllık halka gelişimi üzerinde orman zararlarından başka iklim ve toprak faktörleri de önemli rol oynamaktadır.
- Yıllık halka analizleri sırasında, zarar şiddetinin ekstrem boyutlara ulaştığı yıllarda hiç oluşmayan yıllık halkaların (missing annual rings) saptanması için özel teknikler (senkronize eğriler) gerekmektedir.

Bu konuda ortaya çıkan bir başka problem de, meşcere içindeki tüm ağaçların orman zararından aynı oranda etkilenmemeleridir. Şiddetli zarar gören bir meşcerede tek ağaçların çap gelişimleri, azalan gövde sayısından ötürü kırılan meşcere kaplılığı nedeniyle artabilmektedir. Ancak, anormal derecede azalan birey sayısı, tek ağaçlarda gözlenen bu artımı hektardaki hacim artımına yansıtılmaktadır (KALIPSIZ, 1982).

Meşcere hacim artımında orman zararları nedeniyle ortaya çıkan artım kayıplarını belirtmek amacıyla yapılan çalışmalardan bazıları aşağıda tanıtılmıştır.

Schöpfer - Hradetzky (1986), orman zararının çap, boy ve hacim artımı üzerindeki etkilerini belirlemek amacıyla yaptıkları bir yöntem araştırmasında, sabit deneme alanlarında kestikleri binden fazla deneme ağacından topladıkları materyali üç değişik biçimde değerlendirerek, 1964-1983 yıllarını kapsayan 20 yıllık dönemde çap, boy, göğüs yüzeyi ve hacim artımında orman zararı nedeniyle ortaya çıkan artım kayıplarını incelemişlerdir. Araştırmacılar, her deneme alanında biri sağlıklı diğeri hasta olan ikişer ağaç keserek, bunların göğüs yüksekliğinden aldıkları gövde kesitlerini ve son 20 yıllık boy artımlarını kullanmışlardır. Araştırma sonucu elde edilen bulgulardan yıllık cari hacim artımında ortaya çıkan rölatif kayıplar, 1979-1983 periyodu için yaş ve bonitet sınıfları itibarıyla aşağıdaki tabloda gösterilmiştir (SCHÖPFER-HRADETZKY, 1986, s. 463).

Tablo No: 4

Ladin ve Göknaar İşletme Sınıflarında 1979-1983 Periyodu İçinde Orman Zararı Nedeniyle Ortaya Çıkan Cari Hacim Artımı Kayıplarının Yaş ve Bonitete Göre Değişimi (SCHÖPFER - HRADETZKY, 1986'ya göre)

İşletme sınıfları	Yaş Sınıfları												
	20	30	40	50	60	70	80	90	100	110	120	130	140
	Artım kayıpları %												
Ladin (Bonitet endeksi) 10	0	0	0	2	4	5	6	7	8	9	10	11	11
Göknaar (Bonitet endeksi) 11	0	0	4	8	12	16	20	23	26	28	30	31	32

Bonitet göstergesi 10; 100 yaşta 10 m³/ha genel ortalama artım yapan yetiştirme ortamı

Tablo verilerinin incelenmesiyle de anlaşılacağı üzere :

- Artım kaybı ile yaş sınıfı arasında kuvvetli bir ilişki bulunmaktadır.
- Ladin ormanlarında hacim artımında 40. yaşa kadar herhangi bir azalma sökonusu olmamaktadır. Bu yaştan itibaren başlayan azalma ilerleyen yaşa koşut yükselerek, 140. yaşta %11'e ulaşmaktadır.
- Orman zararlarının göknaar ormanlarında neden olduğu artım kaybı ladine göre daha erken başlamakta ve ortalama üç misli daha fazla olmaktadır.

Meşcere yaşı ve bonitet endeksi aynı iken, zarar şiddeti ile hacimde gözlenen artım düşüştü arasındaki ilişki de Schöpfer (1987) tarafından incelenmiştir. Yazar, 100. yaşta 10 m³/Ha genel ortalama artım yapan yetiştirme ortamında bulunan ladin meşcerelerinde alman deneme alanlarından %0 - 10; %0-20 ve %0-30 oranında iğne yaprak kaybına uğrayan değişik yaşlı örnekleri incelemek suretiyle, hacim artımında ortaya çıkan kayıplar ile meşcere yaşını ilişkiye getirmiştir. Araştırmada her yaş sınıfı için bu zarar şiddetlerine karşı gelen ortalama artım kayıpları standart baz (1,0) kabul edilerek, bu bazın 0,80 ve 0,67 oranları, "zarar sınıfı faktörü" olarak tanımlanmıştır. Hacim artımında gözlenen artım kayıplarının yaşa göre gelişme eğilimleri değişik zarar faktörleri itibariyle hesaplanmıştır.

Çalışma içinde ayrıca Federal Almanya'nın Baden-Württemberg Eyaleti'nin dört ayrı yöresindeki hacim kayıpları da belirlenmiştir. Ladin meşcerelerinde 0-20 oranında iğne yaprak kaybı ve 0,67 zarar sınıfı faktörü için hacim artımında ortaya çıkan kayıpların yaşa göre değişimi aşağıdaki tabloda gösterilmiştir (SCHÖPFER, 1987, . 492).

Artım kaybının değişik zarar dereceleri içinde yaşa göre gelişimi Doung-Kramer (1987) tarafından da araştırılmıştır. Federal Almanya'nın Niedersachsen Eyaleti'nde değişik yaştaki ladin meşcerelerinde birim tepe yüzeyi alanı başına gerçekleşen rölatif hacim artımı, değişik ibre kayıp oranları itibariyle incelenmiştir. Araştırma sonucu elde edilen bulgular Şekil No. 4'te grafik olarak gösterilmiştir (KRAMER, 1988, s. 316).

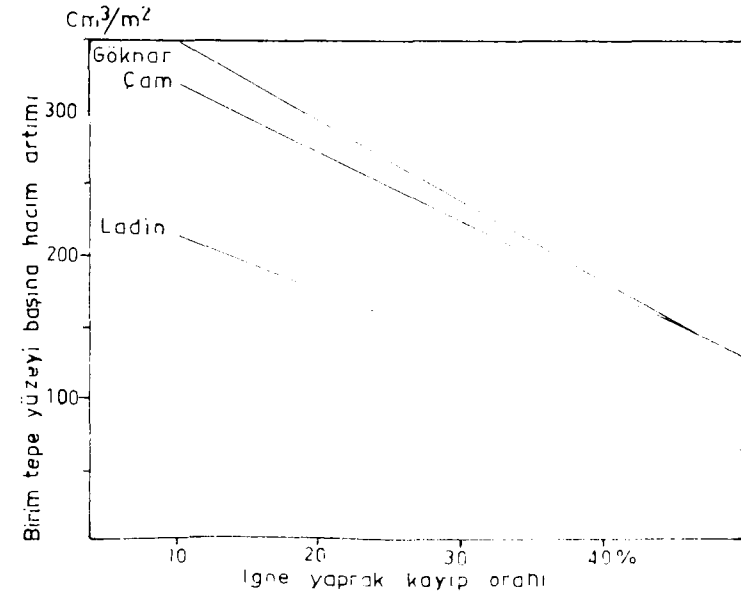
Tablo No: 5

Baden-Württemberg Eyaleti'nin Değişik Orman Yetiştirme Bölgelerinde Orman Zararları Nedeniyle Ortaya Çıkan Hacim Artımı Kayıplarının Yaşa Göre Değişimi (SCHÖPFER, 1987'ye göre)

Orman yetiştirme bölgesi	Yaş Sınıfları						
	60	70	80	90	100	110	120
	Hacim artımı kayıp oranları %						
Schwartzwald	6,4	7,7	8,8	9,8	10,7	11,4	11,9
Neckarland	3,9	4,8	5,6	6,4	7,0	7,4	7,7
Schwabische Alb	2,4	3,1	3,8	4,3	4,8	5,2	5,4
Sdw. Alpenvorland	1,9	2,4	2,7	3,0	3,1	3,3	3,3

Grafiğin incelenmesiyle de anlaşılacağı üzere, aynı oranda zarar görmüş iki meşcereden performansı fazla olan gencinde hacim artımında gözlenen kayıplar, yükselen hacim artımı miktarına koşut olarak azalmaktadır. Bir başka anlatımla, iğne yaprak kayıp oranı sabit iken, meşcere yaşı ilerledikçe daha fazla artım kaybı ortaya çıkmaktadır. Bu durum, Schöpfer (1987) tarafından bulunan araştırma sonuçları ile de uygunluk göstermektedir.

Şekil No: 4 : Değişik şiddette zarar gören ladin meşcerelerinde gerçekleşen hacim artımının yaşa göre değişimi (KRAMER, 1988'e göre).



4. SONUÇ VE ÖNERİLER

Orman zararlarının tek ağaç ve meşcerelerin hacim ve hasılat ögeleri üzerindeki etkilerin, saptamak amacıyla yapılan pek çok araştırma, ortaya çıkan zarar üzerinde başta zararın şiddeti olmak üzere ağacın genetik nitelikleri, komşuluk ilişkileri ve yetişme ortamı koşulları ile, yaşın büyük önemi olduğunu ortaya koymaktadır. Orman zararlarının meşcere hacim ve hasılat parametrelerinde neden olduğu artım kayıpları orman ağaçlarının hayatiyeti kadar, ormanlardan yapılan faydalanmanın miktar ve süresini saptama açısından da önem taşımaktadır. Çünkü hacim artımı, ormanlardan sürekli faydalanmayı sağlayan eta hesabının en önemli ögesidir.

Bir plan ünitesi ağaç türü, yaşı, bonitet ve sıklık derecesi farklı perçok meşcereden meydana gelmektedir. bu nedenle, orman zararına maruz kalan plan ünitelerinde eta sürekliliğini sağlayabilmek için her farklı koşulda ortaya çıkan artım düşüşlerinin doğru ve güvenli bir biçimde saptanması gerekmektedir. Makale içinde tanıtılan araştırmalardan da anlaşılacağı üzere, son derece önemli ve fakat gerçekleştirilmesi o denli güç olan böyle araştırmalar ülkemizde henüz yapılmamıştır.

Gerek yurtiçindeki çeşitli kaynaklardan, gerekse ulusal sınırların ötesinden yurdumuza uzanan çevre sorunlarından ötürü, orman varlığımızın önemli bir bölümünün değişik şiddetlerde orman zararına maruz kaldığı, birçok çalışma ile ortaya konulmuş bulunmaktadır (ERASLAN, 1988; MOL, 1985; ERDİN, 1983; GÜNAY, 1986). Bu ormanlarda yapılan aşırı kesimlerin ve orman zararlarından ötürü ortaya çıkan artım kayıplarının plan ünitelerindeki eta sürekliliğini altüst ettiği bilinmektedir (GERAY, 1987; MOL, 1987). Ancak, yapılan bütün çalışmalar ülke genel durumunu ortaya koymaktan uzak olup, lokal bölgelerdeki durumu yansıtmaktadır.

Ülkemiz ormancılık literatüründe bu alandaki boşlukların süratle doldurulması gerekmektedir. Bu amaçla, bir taraftan orman zararlarının ülke genelinde ulaştığı boyutları ortaya koyacak standart envanter çalışmalarının en kısa sürede tamamlanması, bir taraftan da, yukarıda yöntem ve özellikleri tanıtılan benzer araştırmaların yurdumuzda da yapılması zorunlu görülmektedir.

K A Y N A K L A R

- ACATAY, A.: 1968. *Murgul Bakır Fabrikasının Yaptığı Gaz Zararları*. İ.Ü. Orman Fakültesi Dergisi, Seri: A, Cilt XVIII, Sayı 1, S. 1-17.
- AKÇA, A.: 1984. *Zur Zuwassschätzung mit Hilfe von Kronenmessungen im Luftbild*. Allgemeine Forst-und Jagdzeitung, 155. Jg. S. 136-141.
- ANONYMUS: 1986. *Walderkrankung und immissionseinflüsse*. Ministerium für Ernährung Landwirtschaft, Umwelt und Forsten. Baden-Württemberg. 32 sahife.
- ASSMAN, E.: 1961. *Waldertraskunde*. BLV. Verlagsgeschaft.
- THARJ, S.: H. KRAMER: 1983. *The problem of determining growth losses in Norway spruce stands caused by enviromental factors*. D. Reidel Publishing Company, S. 319-325.
- COURTOITS, H.: 1986. *Probleme und Perspektiven der Waldschadensforschung aus forst-patologische Sicht*. Der Forst-und Holzwirt, 42. Jg. 584-587.
- ÇEPEL, N.: 1990. *Hava Kirliliği ve Ormanlar*. Orman Mühendisliği Dergisi, Sayı: 6, S. 8-10.
- ERASLAN, İ.: 1988. *Hava Kirliliğinin Etkisiyle Kazdağı Ormanlarında Karaçam, Kızılcım ve Gökmar ile Yapraklı Ağaçlarda Oluşan Zarar ve Hastalanmalar Üzerine Yapılan İncelemeler Hakkında Rapor*. 29 sahife, basılmamıştır.

- ERDİN, K.: 1983. *Ormancılıkta Uzaktan Algılama ve Kızılötesi Renkli Filmler ile Gaz Zararlarının Saptanması*. İ.Ü. Orman Fakültesi Yayını No: 3139/336, 150 sahife.
- GERAY, A.U.: 1987. *Yatağan Termik Santralının Çevredeki Ormanlarda Yaptığı Zararların Hesaplanması*. Çevre ve Ormancılık, 20 sahife.
- GÜNAY, T.: 1986. *Muğla - Yatağan termik Santralının Çevre Ormanlarına Verdiği Zarar Hakkında Rapor*. 43 sahife, basılmamıştır.
- KALIPSIZ, A.: 1982. *OrmanHasılat Bilgisi*. İ.Ü. Orman Fakültesi Yayını No: 3052/328, 349 sahife.
- KONNERT, V.: METTENDORF, P? BACHMEYER: 1989. *Beobachtungsflächen zu den "neuartigen Waldschaden" an Tanne in Baden-Württemberg; Nadeverlust, Klima, Zuwachs und Erntesituation*. Allgemeine Forsch-und Jagdzeitung, 161 Jg. 6/7, S. 116-123.
- KRAMER, H.: 1986. *Dégâts dans les couronnes et accroissements dans les peuplements forestiers résineux frappés par le r'cent "Dépérissement Des Forêts"*. R.F.F. XXXVIII 2 - 1986, S. 124 - 133.
- KRAMER, H.: 1988. *Waldwachstumslehre*. Verlag Paul-Parey, Hamburg,und Berlin, 34 sahife.
- MOL, T.O 1985. *Yatağan Devlet Orman İşletmesindeki Orman Ölümlerinin Nedenleri Hakkında Rapor*. 4 sahife, basılmamıştır.
- MOL, T.: 1986. *Yatağan Termik Santralını ve Ormanlardaki Zararları*. İ.Ü. Orman Fakültesi Dergisi, Seri A, S. 2 S. 1 - 19.
- NAGEL, J.; J. SOBOROWSKY; N. KRAMER: 1985. *Beizehung zwischen unterschiedlichen Schadklassen und dem Holzzuwachs bei Fichte*. Allgemeine Forst eitschrift, 51/52, S. 1399 - 1401.
- SCHÖPFER, W.: 1986. *Zusammenhang zwischen Wuchsraum und uwachs in erkrankten Fichten und Tannenbeständen*. Der Forst-und Holzwirt, 41. Jg. 12, S. 315 - 319.
- SCHÖPFER, W.: 1987. *Zur Problematik eines grossraumigen uwachsrückgangs in erkrankten Fichten-und Tannenbeständen Büdwestdeutschland*. Der Forst-und Holzwirt. 42. Jg. 18, S. 487 - 493.
- SCHÖPFER, W.; J. HRADETKY: 1986. *Zuwachsrückgang in erkrankten Fichten-und Tannenbeständen. -Auswertungsmethoden und Ergebnisse- Forstwissenschaftliche Contralblatt*. 105. Jg. Heft 6, S. 446 - 470.