
SERİ **B**

CİLT **36**

SAYI **2**

1986

İSTANBUL ÜNİVERSİTESİ

ORMAN FAKÜLTESİ
DERGİSİ



BARAJLARIN YUKARI YAĞIŞ HAVZALARI İÇİN ARAZİ KULLANIM PLANLAMASININ EKOLOJİK ESASLARI¹

Prof. Dr. Necmettin ÇEPEL²

Kısa Özet

Bir ülkede toprak ve su kaynaklarının rasyonel bir şekilde kullanılması, ekonomik gelişimin en önde gelen temel ilkelerinden biridir. Su ve toprak kaynaklarının rasyonel bir şekilde kullanılması ise, bugün artık «baraj» deyimi ile özdeşleşmiş bulunmaktadır. Barajların beklenen fonksiyonlarını yerine getirebilmeleri ise, çevrelerindeki arazi kullanma şekillerine bağlıdır. Barajların yukarı yağış havzalarının bitki örtüsü, özellikle ormanlarla kaplanması bu arazi kullanma şekillerinden biridir. Fakat orman intersepsiyon ve transpirasyonla önemli miktarlarda yağış suyu harcamaktadır. Bu gerçek, ağaçlandırmalarla, baraj suları için tüketici bir ekosistem ögesi yaratılıp yaratılmadığı sorusunun yanıtlanmasını zorunlu kılmaktadır. Bu inceleme yazısında, şimdiye kadar bu konuda yapılmış araştırma sonuçları ekolojik olarak değerlendirilerek, çelişkili gibi görünen sözkonusu ilişkilere ışık tutulmaya çalışılmıştır.

GİRİŞ

Bir ülkede plânlı arazi kullanma düzeninin geliştirilmesi ve bunun titizlikle uygulanması, o ülkenin ekonomik gelişiminin temel ilkesi olarak kabul edilebilir. Bu da ancak toprak ve su kaynaklarının rasyonel bir şekilde kullanılması ve korunması ile gerçekleşebilir. Bunun için de toprak, su ve bitki arasındaki ilişkilerin çok iyi bilinmesi, yapılacak planlamalarda bu bilgilerin iyi bir şekilde değerlendirilmesi gerekir. Bu husus, özellikle barajların yukarı yağış havzalarında yapılacak arazi kullanma plânlamaları için büyük bir önem taşımaktadır. Çünkü barajlar, ilk bakışta, bir ülkenin tarım ve endüstri alanında gelişmesini sağlayan, su biriktirmeye yarayan teknik objeler gibi görünür. Fakat fonksiyonlarını yerine getirebilmeleri bakımından üstün yapı teknolojisi yanında, yakın ve uzak çevrelerindeki arazi kullanım şekilleri de önemli derecede etkili olmaktadır. Bunun nedeni, barajlarda toplanacak suyun nicelik ve nitelik bakımından durumunun, herşeyden önce bu suların kaynağını oluşturan yağış havzalarının ekolojik karakteristiklerine bağlı 'bu-

¹ Bu yazı, Türkiye Tabiatını Koruma Derneği tarafından 20 - 22 Nisan 1987 tarihleri arasında düzenlenen «Barajlarımızın Yukarı Yağış Havzaları Arazi Kullanma Planlaması» simpozumuna sunulan bildirdir.

² Prof. Dr. Necmettin ÇEPEL, İ.Ü. Orman Fakültesi, Toprak İlimi ve Ekoloji Anabilim Dalı öğretim üyesi.

lunmasıdır. Bu bağımlılık ve ilişkiler çok karmaşık olduğu için, bu hususta yapılacak planlamaların ekolojik bir yaklaşımı esas alan bir temele oturtulması büyük bir önem taşır. Bu hususla ilgili temel ilkeler aşağıda açıklanmaya çalışılacaktır.

Barajlarda aranan en önemli nitelik, olanaklar ölçüsünde bol suyu biriktirebilecek bir kapasiteye sahip olmasıdır. Aynı zamanda bu kapasitenin sürekli olarak korunması, yani barajın doğal ömrünün uzun olması da arzu edilen önemli hususlardan biridir. Birbirine bağlı olan bu iki özelliğin gerçekleştirilebilmesi için, barajların yakın ve uzak çevresindeki toprakların korunması, yani erozyonun engellenmesi gerekir. Bunun çaresi de, yağış havzalarının bitki örtüsü ile ve özellikle orman vejetasyonu ile kaplanmasıdır. Bu nedenle baraj çevrelerinin ağaçlandırılması universal bir uygulama haline gelmiştir. Fakat bitki örtüsü, «intersepsiyon» ve «transpirasyon» ile önemli miktarlarda su harcamaktadır. Bu gerçek, ağaçlandırmalarla, baraj suları için tüketici bir ekosistem ögesi yaratılıp yaratılmadığı sorusunu yanıtlamayı zorunlu kılmaktadır. Gerçekten bir ormanın günde 2-3,5 mm yağışa karşılık gelecek suyu transpirasyonla harcadığı, bir yılda düşen yağışın % 15-30'unu intersepsiyonla kayba uğrattığı düşünülürse böyle bir sorunun yanıtlanmasının ne kadar önemli olduğu kolayca anlaşılır. Bu karmaşık konuya açıklık getirebilmek için, bir yağış havzasının su ekonomisinde rol oynayan iklim, reliyef, toprak ve bitki örtüsü karakteristiklerini ve aralarındaki karşılıklı ilişkileri ekolojik açıdan bir bütün olarak değerlendirmek gerekir. Bu amaçla, orman vejetasyonu ana faktör olarak kabul edilip, diğer faktörlerle olan ilişkileri önce sözcük modeli ile basite indirgenerek açıklanacak, ondan sonra da yerli ve yabancı araştırmalardan elde edilen ve konu ile ilgili olan su bilançosu elemanlarına ilişkin bazı nicel değerler örnek olarak verilerek sonunda bir değerlendirmeye gidilecektir. Böyle bir yol izlenmesinin belirli nedenleri vardır. Çünkü orman ekosistemleri, komşu ekosistemleri ve onların fonksiyonlarını etkileme bakımından diğer ekosistemler arasında en başta gelmektedir. Bu nedenle orman ekosistemleri, çevresel kaliteyi geliştirecek doğal objeler olarak kabul edilmekte ve karakteristikleri çok yönlü değerlendirilmektedir.

Orman ekosistemleri ile su ekonomisinin bilanço elemanları arasında çok girift ilişkiler bulunmaktadır. Bunları anaçizgileri ile kavrayabilmek için, bu karmaşık etkileşim ağı, aşağıda basit bir sözcük modeli halinde gösterilmiştir. Bu modelin incelenmesinden anlaşılacağı üzere orman, toprak ve iklim faktörlerini doğrudan doğruya, su bilançosu elemanlarını da dolaylı olarak etkilemektedir. Orman ekosistemi tarafından etkilenen ve su bilançosu ile ilgili bulunan bu faktörler ayrı ayrı ele alınarak, araştırmaya dayalı bazı nicel değerlerle karşılıklı ilişkiler somutlaştırılmaya çalışılacak ve daha sonra da genel bir değerlendirmeye gidilecektir.

1. İNTERSEPSİYON

Bilindiği üzere intersepsiyon, yağış sularının belirli bir miktarının, bitkilerin toprak üstü kısımları tarafından tutulması ve buharlaşma ile tekrar atmosfere' karışması olayıdır. Bu yolla meydana gelen yağış kaybı, yıllık yağış miktarının %'si veya doğrudan doğruya «mm yağış» olarak ifade edilir. İntersepsiyon miktarı üzerinde birçok faktörler etkilidir. Bunlardan bazılarının etkilerini gösteren nicel değerler çizelgeler halinde verilmiştir (Çizelge 1a, 1b, 1c). Genel olarak intersepsiyonun üst sınırı, iğne yapraklı ağaç türlerinde % 36, geniş yapraklı ağaç türle-

Orman Ekosistemi ile Su Ekonomisi Arasındaki İlişkiler	
1a) Toprağın fiziksel özelliklerine ait ilişkiler	1b) Dolaylı olarak su ekonomisine ait ilişkiler
Toprak derinliği	Toprağın su tutma kapasitesi
Toprak strüktürü	İnfiltrasyon
Toprak canlıları	Perkolasyon
2a) Lokal iklime ait ilişkiler	2b) Dolaylı olarak su ekonomisine ait ilişkiler
Yağış oluşumu ve miktarı	Yüzeysel ve yüzeyaltı akış
Nisbi nem ve sıcaklık	Evaporasyon
Hava hareketleri	Transpirasyon
Ölü ve diri örtü	İntersepsiyon

Çizelge 1. İntersepsiyon ile ilgili bazı araştırma sonuçları.
1a. Ağaç türlerinin intersepsiyon miktarına etkisi.

Ağaç türü	İntersepsiyon miktarı (yıllık)		K a y n a k
	%	mm	
Kayın	17,4	168,8	ÇEPTEL, 1967
Meşe	20,0	181,6	» »
Karaçam	31,1	335,7	» »
Meşe	12,0	70,0	SUKACHEV, 1968
Meşe	15,6	171,3	ÖZHAN, 1982
Karaçam	28,3	310,2	» »
Baltalık	13,8	151,4	» »
Lâdin	36,0	432,0	DELFS, 1958

1b. Meşcere kapalılık derecelerinin İntersepsiyon miktarına etkileri (Meşe için, SUKACHEV, 1968).

Kapalılık derecesi	1,00	0,85	0,75	0,50
Yağış miktarı mm	589	589	589	589
İntersepsiyon mm	70	48	43	23
» %	12	8	7	4
<i>Picea abies</i> için, Delfs 1958				
Kapalılık derecesi	1,00	0,90	Gevşek kapalı	
Yağış mm	1400	1400	1400	
İntersepsiyon %	30	31	27	

1c. Mevsimlerin intersepsiyon miktarına etkisi.

Meşcere	İntersepsiyon %		K a y n a k
	Kış	Yaz	
Kayın	13,8	21,0	ÇEPEL, 1967
Meşe	13,6	26,5	» »
Karaçam	32,5	29,7	» »
<i>Picea abies</i>	32,0	36,0	DELFS, 1958
Meşe - Gürgeç Baltalığı	11,5	17,6	ÖZHAN, 1982

rinde % 20, baltalıklarda % 14, çayır vejetasyonunda % 17 dir. Yapılan araştırmalardan elde edilen ilginç sonuçlardan biri de meşcere doğal yaş sınıflarına göre intersepsiyon miktarının % 300 oranında bir değişim gösterebileceğidir. DELFS (1958) e göre *Picea abies* için bu konuda şu değerler verilmektedir :

Doğal yaş sınıfı	İntersepsiyon %	
Kalın ağaçlık	36	Ayrıca geniş yapraklı ormanlarda yaz ile kış arasında intersepsiyon miktarının önemli derecede farklı olduğu anlaşılmaktadır (Çizelge 1c).
Direklik çağı	28	
Sıklık çağı	21	
Gençlik çağı	11	

Verilen sayısal değerlerden anlaşılacağı üzere özellikle iğne yapraklılar, düşen yağışın 1/3'üne kadar olan miktarını toprağa varmadan, atmosfere geri döndürerek, yağış kaybı meydana getirmektedirler.

2. TRANSPİRASYON

Orman vejetasyonunun topraktan kökleri ile alıp asimilasyon organları ile fotosentez esnasında buharlaştırdığı su miktarı (transpirasyon ile harcadığı su) mevsim, iklim, ağaç türü, meşcere yaşı ve toprağın nem koşullarına göre değişmektedir (Çizelge 2a ve 2b). Çizelgelerin incelenmesinden anlaşılacağı üzere, yağış miktarı azaldıkça transpirasyon da azalmaktadır. Ayrıca transpirasyon miktarı ile topraktaki su miktarı arasında çok sıkı ilişkiler bulunmaktadır (Çizelge 2b). Bu hususta, bazı araştırmalardan çok ilginç sonuçlar elde edilmiştir. Örneğin bazı geniş yapraklı ağaç türleri toprakta su azalmaya başlar başlamaz, büyük bir duyarlılıkla, aktüel transpirasyonu son derece azaltmaktadırlar. Gerçekten ITEM (1973) tarafından geniş yapraklı bir ormanın kök zonunda toprak, su ile doymun halde iken (hacmen % 42 su) bu ormanın günde 8 mm'lik transpirasyon yaptığı belirlenmiştir. Topraktaki su miktarı % 30'a düştüğü gün ($pF=3$) günlük transpirasyon da 1 mm'ye (8 katı) düşmüştür. Bu toprakta sürekli pörsüme noktasındaki su miktarı % 17'dir. O nedenle, barajlar için ormanların su harcama bakımından durumları değerlendirilirken bu fizyolojik karakteristik daima gözönünde bulundurulmalıdır.

Çizelge 2. Orman vejetasyonunun transpirasyonla harcadığı su miktarlarına ait örnekler.

2a. Mevki, iklim ve ağaç türlerinin transpirasyon miktarına etkileri (ÇEPEL 1983).			
İklim bölgesi	Araştırma yeri	Transpirasyon mm	Yağış mm
Tropikal	Java	2300-3000	4200
»	Afrika (savan)	48	200
Ilıman kuşak	Almanya (karışık)	290	771
» »	Almanya (kayın)	448	670
» »	Avusturya (lâdin - kayını)	250	861
Ilıman step kuşağı	S.S.C.B. (meşe plantasyonları)	148-319	420-465
Kurak step ve yarı çöl kuşağı	S.S.C.B. Volgograd Bölgesi (Meşe - akçağaç plantasyonları)	115	300
»	» (Çam)	146	325

2b. Step kuşağında meşe ağaçlandırma alanlarında transpirasyonla su kaybı (SUKACHEV 1968).				
Meşcere yaşı	15	16	17	18
Nem koşulları	Nemli	Kurak	Çok kurak	Çok nemli
Yıllık transpirasyon	177	135	116	276

3. BUHARLAŞMA (EVAPORASYON)

Sıcaklık etkisiyle, ıslak cisimlerden suyun buharlaşarak atmosfere karışması olayına buharlaşma (=evaporasyon) denmektedir. Ormanlar topraktan evaporasyonla meydana gelen su miktarını önemli derecede azaltmaktadır. Yapılan bir araştırmanın 5 yıllık ölçüm sonuçlarına göre, bir lâdin meşceresinde meydana gelen yıllık evaporasyon miktarının 80 mm, aynı iklim koşullarında çıplak alanda meydana gelen evaporasyonun ise % 200 fazlasıyla 241 mm olduğu belirlenmiştir (DELFS 1958). Buharlaşma üzerinde sıcaklık, rüzgâr, havanın nem doygunluk derecesi ve bitki örtüsü etkili olmaktadır. O nedenle topraktan meydana gelen buharlaşma üzerinde, meşcerenin kapalılık derecesi de önemli rollere sahip bulunmaktadır. Evaporasyonla birlikte transpirasyon ve intersepsiyon süreçleri ile harcanan suyun hepsine birden «total buharlaşma» veya «toplam buharlaşma» denmektedir. Aşağıdaki sayısal değerler çeşitli buharlaşma şekilleri ile kaybedilen su miktarları hakkında bir fikir vermektedir (Çizelge 3). Bu çizelgedeki değerler, orman ağaçları ile kaplı alanlarda evapotranspirasyon ve intersepsiyonla meydana gelen su kaybının ne kadar yüksek olduğunu göstermektedir. Buradan da kurak bölgelerde dikimlerin seyrek yapılmasının fidanlara yeterli su bulabilme şansı verme bakımından ne kadar önemli olduğu sonucu ortaya çıkmaktadır.

Çizelge 3. Buharlaştırma ile ilgili bazı araştırma sonuçları.

Yağış	Yıllık Toplam Buharlaştırma (mm)			
	Çıplak toprak	Ot ve Çalı	Yapraklı	İbrelî
825,1	194,5	448,5	416,7	537,8
Topraktan Buharlaştırma	Meşe Meşçeresi Kapalılık Dereceleri			
	1,00	0,85	0,75	0,50
	77	72	81	96 mm

4. YÜZEYSEL AKIŞ VE EROZYONLA SU KAYBI

Su ekonomisinin gider kısmını oluşturan elemanlardan biri de yüzeysel akıştır. Yüzeysel akış miktarı üzerinde etkili olan faktörler çok çeşitlidir (arazi eğimi, toprak tekstürü, derinliği, bitki örtüsü, vb.). Bunlardan bitki örtüsü, meşçere kapalılığı ve dış toprak hali ile ilgili olarak araştırma sonuçlarına dayalı bazı nicel değerler aşağıda verilmiştir (Çizelge 4).

Çizelgelerin incelenmesinden anlaşılacağı üzere orman vejetasyonu yüzeysel akış ve buna bağlı olarak erozyon miktarını son derece azaltmaktadır. Sayısal değerlerden ortaya çıkan başka bir önemli sonuç da yüzeysel akış miktarı ile erozyon miktarı arasındaki ilişkinin tam bir paralellik göstermemesidir. Örneğin aynı yağış koşullarında çıplak mineral toprakta meydana gelen yüzeysel akış % 17, ladin

Çizelge 4. Yüzeysel akış ve erozyon ile ilgili bazı araştırma sonuçları.

4a. Vejetasyon tiplerinin yüzeysel akış üzerine etkileri (BALCI 1958).					
		Çıplak alan	Çayır	Orman	
Yüzeysel akış	%	56	36	18	
Toprağa sızan	%	44	64	82	
4b. Meşçere kapalılık derecesinin etkisi (SUKACHEV, 1968).					
Meşe meşçeresi kapalılık	:	1,00	0,85	0,75	0,50
Yüzeysel akış	%	2	2	2,5	2
İntersepsiyon	%	12	8	7	4
4c. Dış toprak hali ile yüzeysel akış ve erozyon arasındaki ilişkiler (DELFS 1958).					
Dış toprak hali		Yüzeysel akış %	Erozyon		
Çıplak mineral toprak		17	1500 gr/m ²		
Humuslu örtülü toprak		4	50 gr/m ²		
Ladin ormanı ile örtülü toprak		1	4 gr/m ²		
Aira cinsi otlarla örtülü toprak		0,2	0,0		

ormanı altında % 1'dir (Çizelge 4c). Erozyon miktarı ise birincisinde 1500 gr/m², ikincisinde 4 gr/m²'dir. Buna göre her iki dış toprak hali arasındaki yüzeysel akışlar arasındaki oran 1/17, erozyonlar arasındaki oran ise 1/350'dir. Bu sonuç, baraj havzalarında yapılacak ağaçlandırmaların toprak koruma bakımından önem değerlerini ortaya koyan tipik bir örnektir.

Çizelgelerin incelenmesinden çıkarılacak önemli sonuçlardan başka biri de vejetasyon tiplerinin erozyonu engelleme bakımından etkilerinin farklı oluşudur. Bu sayısal değerlere ve başka araştırmalardan elde edilen sonuçlara göre orman ve çayır vejetasyonunun en iyi toprak koruma temsilcileri olduğu anlaşılmaktadır.

Kültür bitkilerinin ise toprak koruma bakımından etkileri çok farklıdır. Aşağıdaki sayısal değerler bu hususta bir fikir vermektedir (KURON 1938).

Bu sayısal değerler, erozyon süreci için çayır vejetasyonunun ne kadar güvenli bir koruyucu olduğunu, mısır tarımının ise tam aksi yönde etki yaptığını göstermektedir.

Çizelge 4d. Kültür bitkilerinin toprak koruma bakımından etkileri (KURON 1938).

Kültür bitkisi	Yıllık ortalama yüzeysel akış (%)	18 cm kalınlığında bir toprak tabakasının taşınabilmesi için gerekli yıl sayısı
Çayır	12	3043
Mısır - buğday - yonca dönüşümlü tarım	13,8	368
Buğday	23,3	100
Mısır	29,4	50

5. İNFİLTASYON

Su ekonomisinin önemli bir ögesi de infiltrasyon, yani toprak yüzüne gelmiş yağış sularının toprağa girmesi olayıdır. İnfiltrasyon hızı üzerinde özellikle toprak tekstürü ve bitki örtüsünün etkisi büyüktür (Çizelge 5). Çizelgedeki değerler, aynı toprak türünün vejetasyonla örtülü olup olmadığına göre infiltrasyon kapasitesinin, yani birim zamanda toprağa giren yağış suyu miktarının çok farklı olduğunu göstermektedir. Bu miktar aynı toprak türünde, vejetasyonun, çıplak toprağa kıyasla infiltrasyon kapasitesini % 100 arttırdığını göstermektedir. Bunun en önemli ekolojik sonucu, barajların yüzeyaltı akışla, sürekli olarak beslenmesidir.

Çizelge 5. Vejetasyon ve toprak türünün infiltrasyon üzerindeki etkisi (ÇEPEL 1985).

Toprak türü	İnfiltrasyon kapasitesi (mm/saat)	
	Vejetasyonla örtülü toprak	Çıplak toprak
Balçıklı kum	50	25
Balçık	25	13
Toz balçığı	15	8
Kil balçığı	5	3

6. YERALTI SU İLİŞKİLERİ

Orman vejetasyonunun transpirasyon ve intersepsiyonla önemli miktarlarda su harcamasına karşın yeraltı suyu oluşumu ve pınarları besleme bakımlarından daha verimli olduğu anlaşılmıştır. Almanya'da yapılan bir araştırmada, aynı yağış bölgesinde tıraşlama kesilmiş açık alanda (çıplak toprak) ve orman içinde bulunan pınarlarda yüzeyaltı akış ve tabansuyu akışını belirleme amacıyla su verimi ölçmeleri yapılmış, uzun yılların ortalamasına göre orman içindeki kaynağın su veriminin 2,7 litre/san., çıplak alandakinin 2,1 litre/san. olduğu belirlenmiştir (DELFS 1958). Görüldüğü üzere ormanlık alanda kaynak suyu miktarı daha yüksek olarak bulunmuştur.

7. SU EKONOMİSİNE AİT EKOLOJİK DOKUYU OLUŞTURAN ÖGELER

Buraya kadar yapılan açıklamalardan anlaşılacağı üzere su bütçesini oluşturan hidrolojik elemanlar şunlardır :

Yağış, total buharlaşma, yüzeysel ve yüzeyaltı akış, sızıntı suyu, toprakta depolanan su ve tabansuyudur.

Su bütçesini etkileyen ekolojik faktör grupları ise iklim, toprak, reliyef ve vejetasyon karakteristikleridir. Bunlar içinde orman vejetasyonunun, özellikle ağaç türü ve meşcere kapalılık derecesinin su bilançosu elemanlarını nasıl etkilediğine ait örnekler bazı araştırma sonuçlarına dayanarak aşağıda verilmiştir (Çizelge 6).

Çizelge 6a. Ağaç türleri ile su ekonomisi elemanları arasındaki ilişkiler (ÖZHAN 1982).

	İntersep- siyon	Yüzeysel akış	Yüzeyaltı akış	Evapotrans- pirasyon	Total buharlaşma
Meşe mm.	171,4	43,4	120,6	773,3	944,7
%	15,6	4,0	11,0	70,6	86,2
Karaçam mm.	310,3	33,8	81,2	675,4	985,7
%	28,3	3,1	7,4	61,6	90,0
Baltalık mm.	151,4	52,3	151,1	720,8	872,2
%	13,8	4,8	13,8	65,8	79,6

Yıllık ortalama yağış miktarı 1095 mm'dir.

6b. 45 yaşında bir meşe meşceresinin kapalılık dereceleri ile su ekonomisi elemanları arasındaki ilişkiler.

Bilanço elemanları mm.	Kapalılık derecesi			K a y n a k (1968)
	1,00	0,75	0,50	
Yağış	589	589	589	SUKACHEV (1968)
Yüzeysel akış	13	14	13	
İntersepsiyon	70	43	23	
Topraktan buharlaşma	77	81	96	
Transpirasyon	421	392	379	
5 m. toprak derinliğine sızan su	8	59	78	

Çizelgelerdeki sayısal değerler özellikle intersepsiyon miktarı üzerinde ağaç türlerinin ve meşcere kapalılık derecesinin ne kadar etkili olduğunu göstermektedir.

8. GENEL OLARAK EKOLOJİK DEĞERLENDİRME VE SONUÇ

Buraya kadar yapılan açıklamalar ve araştırmalara dayanan sayısal değerlerin incelenmesinden şu sonuçlar çıkartılabilir :

8.1. Su üretimi yapılan her yerde, başka bir ifade ile 'su kaynaklarının değerlendirilmesinde, o yörenin iklim, reliyef, toprak ve bitki örtüsü gibi doğal verilerinin karakteristikleri ve bunlar arasındaki karmaşık ekolojik ilişkiler mutlaka suretle hesaba katılmalıdır.

8.2. Yerli ve yabancı kaynaklı tüm araştırma ve gözlemler, eğimli arazilerde toprak kayması ve derin toprak erozyonu süreçlerinin meydana geldiğini, bitki örtüsü olmayan yerlerde bu sürecin hızının ve şiddetinin arttığını kanıtlamış bulunmaktadır.

8.3. Basit istatistik metodlar ve karmaşık ekosistem analizleri ile yapılan tüm araştırmalar, toprak kaybı, taşkın afetlerinin önlenmesi ve su ekonomisinin düzenlenmesinde en etkin faktörün orman vejetasyonu olduğunu nicel ve nitel sonuçlarla ortaya koymuşlardır.

8.4. Toprağı tutmaya ve erozyonu engellemeye dönük tüm koruma önlemlerinin amacı, yağış sularının toprağa giren miktarını arttırma, yüzeysel akış hızını azaltma, toprağı ve içindeki besin maddelerini birlikte götürmeden akarsu, baraj, göl ve göletlere katılmasını sağlamaktır. Orman vejetasyonu bu fonksiyonları en iyi bir şekilde yerine getiren bitki örtüsüdür.

8.5. Orman vejetasyonu intersepsiyon ve transpirasyonla önemli miktarda su harcamasına karşın, su ekonomisini en etkin biçimde düzenleyen ve toprakları taşınmaktan koruyan bir doğal faktör olarak kabul edilmektedir. Bunun nedenlerini aşağıda verilen bazı araştırma sonuçları belirgin bir şekilde açıklamaktadır :

(1) Orman vejetasyonu yüzeysel akışla su kaybını azaltmakta, yüzeysel akışı azaltma oranının yüz katından daha fazla bir oranda da toprak koruma etkisine sahip bulunmaktadır.

(2) Yüzeysel akış ve tabansuyu akışını belirleme için pınarlarda (su kaynaklarında) yapılan uzun süreli ölçmelerden elde edilen sonuçlara göre, orman vejetasyonunun çıplak alanlara kıyasla barajları su ile besleme bakımından daha etkin olduğu anlaşılmaktadır.

(3) Yapılan uzun süreli ölçme ve araştırmalarda, aylık ve mevsimlik ölçmeler ayrı ayrı incelendiğinde, yağışları depolama mevsiminde, ormanların çıplak alanlara kıyasla çok daha yüksek miktarlarda toprak suyu depoladığı belirlenmiştir. Bu da ülkemizin birçok bölgelerine kış içinde düşen bol miktardaki yağışların toprakta depolanması ve yüzeysel akışlara çevrilmesi bakımından ormanların oynadığı rollerin önemini göstermektedir.

9. ÖNERİLER

Yapılan ekolojik değerlendirme ve ilgili araştırma sonuçlarına dayanarak barajların yukarı yağış havzalarında arazi kullanma planlaması bakımından önemli görülen ve uygulama için yararlı olacağına inardığımız bazı öneriler aşağıda açıklanmıştır :

(1) Büyük masraflar yapılarak meydana getirilen baraj ve göletlerin, hatta onları besleyen akarsu yataklarının sedimentlerle dolmaması, çevredeki tarım toprakları verimliliğinin korunması için baraj havzalarının mutlak surette ağaçlandırılması, teknik ve yasal bir zorunluk haline getirilmelidir. Böylece ormanlar, toprak - su - bitki dengesinin kurucusu ve koruyucusu olarak, baraj havzalarındaki ekosistemler grubu içindeki yerini mutlak surette almalıdır.

(2) Baraj havzalarında eğim derecesi % 12 - 14'ün üstünde olan yamaçlar, zorunlu olmadıkça tarım arazisi olarak kullanılmamalıdır. Bu arazilerin toprağı orman veya çayır örtüsü ile kaplanmalıdır. Dik eğimli yerlerdeki ormanlarda ekonojik orman işletmeciliğı değil, koruma ormanı rejimi uygulanmalı, her türlü orman tahribinden kaçınılmalıdır. Çayır ve otlak alanlarında ise aşırı otlatmadan mutlak surette kaçınılmalıdır.

(3) Geniş yapraklı ağaçlar kışın yapraklarını döktüklerinden, bu mevsimde intersepsiyonla yağış kaybı minimuma, transpirasyonla su harcaması da yaklaşık olarak sıfıra düşmektedir. Bu nedenle baraj havzalarında su üretimi ve toprak koruması amacıyla yapılacak ağaçlandırmalar için yetişme ortamının ekolojik koşullarına uygun «geniş yapraklı ağaç türleri» seçilmelidir.

(4) Geniş yapraklı türlerin yetişmesine uygun ekolojik koşulların bulunmadığı yağış havzalarında, iğne yapraklı ağaç türleri ile yapılacak ağaçlandırmalarda, veya meşcere kuruluşu itibariyle yüksek miktarlarda intersepsiyon ve transpirasyona sahip geniş yapraklı ormanlarda intersepsiyon ve transpirasyonla meydana gelen su kaybını minimuma indirmek için, baltalık işletmesi kuruluşu, meşcere kapalılığının azaltılması, belirli doğal yaş sınıflarında meşcere kuruluşu sağlanması gibi silvikültürel önlemlere başvurulmalıdır.

KAYNAKLAR

- BALCI, A.N., 1958. *Elmalı Barajının siltasyondan korunması imkânları ve vejetasyon - su düzeni üzerine araştırmalar (Doktora tezi)*.
- BALCI, A.N., N. ÖZYUVACI ve S. ÖZHAN, 1986. *Sediment and Nutrient discharge Through Streamflow, from two experimental watersheds in mature oak - beack Forest ecosystems near Istanbul, Turkey Journal of Hydrology, 85, 31 - 47.*
- ÇEPEL, N., 1965. *Orman topraklarının rutubet ekonomisi üzerine araştırmalar., Orman Genel Müdürlüğü Yayınları Sıra No. 418, Seri No. 4.*
- ÇEPEL, N., 1967. *Interzeption in einem Buchen - einem Eichen - und einem Kiefernbestand des Belgrader Waldes bei Istanbul. Forstwissenschaftliches Centralblatt, 86. Jahrg (1967), H. 5, s. 301 - 314.*
- ÇEPEL, N., 1983. *Orman Ekolojisi. İ.Ü. Orman Fakültesi Yayın No. 337, İstanbul.*
- ÇEPEL, N., 1985. *Toprak Fiziyi. İ.Ü. Orman Fakültesi Yayın No. 374.*

DELFS, J., et al., 1958. *Der Einfluss des Waldes und des Kahlschlages auf den Abfluss vorgang, den Wasserhaushalt und den Bodenabrag.* Verlag M. und H. Schaper, Hannover.

ITEM, H., 1973. *A Model for the Water Regime of a deciduous Forest.* Journal of Hydrology, 21 (1974), p. 201 - 210.

KELLER, H. and T. STROBEL, 1982. *Water balance and Nutrient Budgets in Subalpine Basins of different Forest Cover.* Proc. Symp. Hydrolog. Research Basins. Landeshydrologie, Bern, p. 683 - 694.

KURON, H., 1938. *Die Bodenerosion, ihre Ursachen und ihre Bekämpfung Kultur-technische Abhandlungen, Band IV.*

LAATSCH, W., 1971. *Bodenschutz im Bergwald des bayerischen Alpengebietes.* Forstw. Cbl., 90. Jahrg., H. 3, s. 159 - 174.

ÖZHAN, S., 1982. *Belgrad Ormanındaki bazı meşcerelerde evapotranspirasyonun deneysel olarak saptanması ve sonuçların ampririk modellerle karşılaştırılması.* İ.Ü. Orman Fakültesi Yayın No. 311.

SUKACHEV, V.N. and N.V. DYLLIS, 1968 (Çeviri: J.M. MACLENAN). *Fundamentals of forest biogeocoenology.* Oliver and Boyd, Ltd. Edinburgh.