

SERİ

B

CİLT

42

SAYI

3 - 4

1992

İSTANBUL ÜNİVERSİTESİ  
ORMAN FAKÜLTESİ  
DERGİSİ



# ULUDAĞ'IN İKLİM ÖZELLİKLERİ İLE HAVA KİRLİLİĞİ ARASINDAKİ İLİŞKİLER VE BU KİRLİLİĞİN ORMAN TOPLUMUNA ETKİSİ ÜZERİNE İNCELEMELER

Ar. Gör. Doğanay TOLUNAY<sup>1)</sup>

## Kısa Özet

Uludağ, kuzeybatısında yer alan Bursa şehrinin hava kirliliğinden etkilenmektedir. Bursa'nın hava kirliliği asit sis ve yağış şeklinde Uludağ'daki orman toplumlarının ve özellikle göknar ağaçlarının zarar görmesine neden olmaktadır. Toprakların çoğunun sıg olması ve pH'larının düşük olması da hava kirliliğinin etkilerini arttırmaktadır. Bu ekolojik ilişkilerin daha kolay anlaşılabilmesi için, bu yazıda Uludağ'ın jeomorfolojik, iklimik, pedolojik özellikleriyle vejetasyon karakteristikleri ayrıntılı olarak açıklanmıştır.

## 1. GİRİŞ

Uludağ, Bursa ilinin güneydoğusunda yer almaktadır. Bursa'dan başlayarak dik eğimlerle 2543 m yüksekliğe ulaşan Uludağ kütlesi Eskişehir'in batısına kadar uzanmaktadır. Uludağ bu yüksekliği ve yaygınlığı ile Marmara Bölgesi'nin ve Batı Anadolu'nun en yüksek dağlık kütlesini oluşturmaktadır.

Uludağ, orman serveti bakımından ve bitki türleri zenginliği ile olduğu kadar, yüksek kesimlerinin hemen hemen yılın yarısında karla örtülü olması, geniş dinlenme ve tatil imkânları ve İstanbul'a yakınlığı ile büyük bir turizm potansiyeline de sahiptir. Kütlenin birdenbire yükselmesi ile oluşan değişik yükselti-iklim kuşakları ve bakıya bağlı olarak çok zengin bir bitki örtüsü görülür. Bunlardan başka Philippon (1904), Cvijic (1908) ve Messerli (1967)'ye dayanarak Çepel (1978) Uludağ'ın ülkemizdeki buzul oluşumlarının ilk görüldüğü yer olduğunu bildirmektedir. Yukarıda sayılan bu özellikleri gözönüne alınarak Uludağ'da 1961 yılında milli park kurulmuştur.

Uludağ, eteklerinde bulunan Bursa'nın yarattığı hava kirliliğinden önemli ölçüde etkilenmektedir. Özellikle kuzey yönden esen hakim rüzgârların ve yağışlı iklimin etkisiyle, bu hava kirliliğinin derecesi önemli boyutlara ulaşabilmektedir.

Bu yazıda Uludağ'ın kendine özgü orman toplumlarının, hava kirliliğinden nasıl etkilenebilecekleri incelenmiştir.

1) İ.Ü. Orman Fakültesi, Toprak İlimi ve Ekoloji Anabilim Dalı.

## 2. İKLİM, YERYÜZÜ ŞEKLİ VE VEJETASYON İLİŞKİLERİ

Uludağ'ın iklim özelliklerini ortaya koymak için kuzey bakılı yamaçlarda bulunan F.A. Zirve (1920 m), Sarıalan (1620 m), Kirazlıyayla (1500 m), Yeşilkonak (1025 m)'da meteoroloji istasyonları ile Bursa Meteoroloji İstasyonu'nun (100 m) verileri incelenmiştir (Tablo 1, 2, 3, 4, 5). Bu is-

**Tablo 1: Bursa Meteoroloji İstasyonunun Verileri**  
YÜKSEKLİK : 100 m

METEOROLOJİK ELEMENLAR	A Y L A R												Yıllık	%
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII		
Ayl. ort. sic. °C	5.2	3.0	8.0	12.6	17.4	21.6	24.2	23.9	19.7	15.4	11.3	7.5	14.4	
Ort. yük. sic. °C	23.8	26.1	32.3	36.2	37.0	40.5	41.3	42.6	40.1	35.4	31.0	26.5	42.6	
Ort. düş. sic. °C	-20.5	-25.7	-8.7	-4.2	0.8	4.0	8.3	7.6	3.3	-1.0	-8.4	-17.9	-25.7	
Yağ. mik. ayl. ort. (mm)	96.5	83.9	73.0	59.0	52.6	30.2	26.8	17.0	41.7	57.1	75.3	99.7	713.1	
Gün. en çok yağ. mik. (mm)	57.6	55.9	39.8	38.7	48.3	42.2	200.9	68.9	103.2	71.5	58.8	89.2	200.9	
En kuv. esen rüzg. yönü ve hızı	G	GGD	G	GB	GB	B	K	KD	G	GGD	G	GGB	GGD	
Ort. bulutluluk (0-10)	34.9	35.2	34.2	25.6	24.1	23.4	19.7	17.7	23.1	28.0	27.2	31.9	35.2	
Ort. ayl. nisbi nem %	76	74	72	70	70	63	59	60	66	72	76	75	69	
Ort. açık gün. sayısı (0.0-1.9)	2.4	2.2	3.1	4.2	5.4	10.4	18.8	19.7	13.6	8.1	3.7	3.2	94.8	
Ort. bulutlu gün. sayısı (2.0-8.0)	13.5	13.2	15.4	17.2	20.1	17.6	11.4	10.5	14.0	17.4	16.8	14.9	182.0	
Ort. kapalı gün. sayısı (8.1-10.0)	15.0	12.9	12.5	8.6	5.4	2.1	0.8	0.8	2.4	5.5	9.5	12.8	88.4	
Ort. karlı gün. sayısı	3.1	2.5	0.9	0.2	-	-	-	-	-	-	0.1	0.9	7.7	
Ort. karla örtülü gün. sayısı	4.0	3.1	0.8	0.0	-	-	-	-	-	-	0.2	1.8	10.1	
Ort. sisli gün. sayısı	1.8	1.7	1.4	1.5	1.6	0.4	0.0	0.1	0.5	2.5	3.2	2.0	16.8	

**Tablo 2: Yeşilkonak Meteoroloji İstasyonunun Verileri (ULUDAĞ YEŞILKONAK)**  
YÜKSEKLİK : 1025 m

METEOROLOJİK ELEMENLAR	A Y L A R												Yıllık	%
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII		
Ayl. ort. sic. °C	1.1	2.8	3.9	8.6	12.4	16.2	17.8	17.6	14.4	10.6	8.7	4.4	9.9	
Ort. yük. sic. °C	16.2	18.2	21.8	29.8	30.4	31.8	33.0	35.2	32.0	28.5	22.8	21.2	35.2	
Ort. düş. sic. °C	-15.8	-12.5	-9.2	-8.0	0.0	4.0	6.0	4.0	-1.0	-2.0	-7.4	-15.0	-15.8	
Yağ. mik. ayl. ort. (mm)	178.6	133.7	132.4	108.9	67.5	60.2	34.8	20.9	59.3	71.2	125.5	187.5	1180.5	
Gün. en çok yağ. mik. (mm)	48.9	74.4	40.3	52.7	55.6	112.4	69.8	84.0	56.6	70.2	69.2	100.0	112.4	
Ort. ayl. nisbi nem %	75	67	70	62	66	66	64	64	70	74	66	72	68	
Ort. bulutluluk (0-10)	6.8	6.6	6.3	5.4	4.4	3.1	2.1	1.8	2.6	3.7	4.9	6.8	4.6	
Ort. açık gün. sayısı (0.0-1.9)	4.5	2.9	5.8	6.5	10.2	13.2	20.1	21.6	16.0	11.6	7.5	3.1	123.1	
Ort. bulutlu gün. sayısı (2.0-8.0)	12.5	13.1	12.6	14.8	15.8	15.2	10.1	8.8	11.6	15.9	15.4	14.8	160.5	
Ort. kapalı gün. sayısı (8.1-10.0)	14.0	12.2	12.6	8.8	5.0	1.5	0.8	0.6	2.4	3.5	7.1	13.1	81.6	
Ort. karlı gün. sayısı	6.7	6.9	5.1	1.0	-	-	-	-	-	-	1.3	3.7	24.7	
Ort. karla örtülü gün. sayısı	13.1	14.9	9.7	1.5	-	-	-	-	-	-	2.9	8.3	50.5	
Ort. sisli gün. sayısı	6.6	6.5	9.9	9.6	7.3	4.1	2.7	2.1	4.3	4.7	5.7	8.1	71.7	

**Tablo 3: Kirazlıyayla Meteoroloji İstasyonunun Verileri (ULUDAĞ KIRAZLIYAYLA)  
YÜKSEKLİK : 1500 m**

METEOROLOJİK ELEMENLAR	A Y L A R												Yıllık	%
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII		
Ayl. ort. sic. °C	-3.4	-2.9	0.3	3.3	7.7	12.7	14.7	14.1	11.5	7.2	4.3	0.9	5.8	
Ort. yük. sic. °C	0.7	0.7	4.6	7.5	12.3	17.4	19.3	19.8	17.5	12.1	8.4	3.8	10.4	
Ort. düş. sic. °C	-7.0	-5.8	-3.8	-0.1	3.8	8.1	10.5	10.0	7.5	3.8	0.9	-1.8	2.2	
Yağ. mik. ayl. ort. (mm)	147.0	161.2	103.8	122.1	96.0	75.8	50.3	14.8	58.1	51.7	128.1	208.6	1217.4	
Gün. en çok yağ. mik. (mm)	53.5	45.9	40.3	73.1	42.3	12.9	73.0	26.7	36.8	16.0	45.6	86.0	86.0	
En kuvvetli esen rüzg. yönü ve kuvv.	GB 5	KD 5	G 5	GB,K 5	K 6	K 5	K 5	K 5	G 8	K 5	K 6	KD 7	G 8	
En çok es. rüz. yönü	KD	KD	KD	K	K	K	K	K	K	GD	GB	GB	K	
Ayl. ort. bulut. (0-10)	4.9	7.7	6.4	6.2	4.6	*2.9	2.4	2.6	2.9	2.9	6.2	6.8	4.7	
Ort. açık gün. sayısı (0.0-1.9)	8.5	0.5	2.0	4.5	4.5	11.5	14.5	15.0	14.5	13.0	2.0	3.0	93.5	% 26
Ort. bulutlu gün. sayısı (2.0-8.0)	14.0	12.5	18.5	14.0	21.0	18.0	14.5	15.5	12.5	16.5	20.0	14.0	191.0	% 52
Ort. kapalı gün. sayısı (8.1-10.0)	8.5	15.5	10.5	11.5	5.5	0.5	2.0	0.5	3.0	1.5	8.0	14.0	81.0	% 22
Ort. karlı gün. sayısı	9.4	12.4	5.6	1.8	0.8	-	-	-	0.2	1.4	2.8	4.6	39.0	% 11
Ort. karla örtülü gün. sayısı	22.0	22.8	22.0	7.0	1.0	-	-	-	-	0.8	4.8	12.4	92.8	% 25
Ort. sisli gün. sayısı	8.4	11.8	4.8	8.4	6.6	4.0	2.6	2.6	3.8	2.6	4.2	6.4	66.2	% 18

**Tablo 4: Sarıalan Meteoroloji İstasyonunun Verileri (ULUDAĞ SARIALAN)  
YÜKSEKLİK : 1620 m**

METEOROLOJİK ELEMENLAR	A Y L A R												Yıllık	%
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII		
Ayl. ort. sic. °C	-3.3	-0.9	0.3	4.7	9.9	12.2	13.5	13.9	10.9	5.9	4.6	-0.8	5.8	
Ort. yük. sic. °C	0.1	2.2	3.4	8.5	14.2	16.6	18.0	18.7	15.8	10.2	8.1	2.0	9.8	
Ort. düş. sic. °C	-6.2	-3.8	-3.4	1.3	6.2	8.2	9.7	10.0	7.8	2.8	2.1	-3.0	2.6	
Ayl. ort. nisbi nem (%)	82	79	75	70	67	67	63	62	67	71	67	81	71	
Yağ. mik. ayl. ort. (mm)	200.9	146.6	122.2	117.4	71.2	81.1	21.6	35.3	114.0	87.2	144.5	189.9	1331.8	
Gün. en çok yağ. mik. (mm)	36.7	62.8	36.6	52.9	44.3	52.2	22.3	55.8	58.7	52.7	90.4	101.9	101.9	
En kuvvetli esen rüzg. yönü ve kuvv.	G 9	GB 9	KD 8	GB 7	GB 6	GGB 6	GD,GB,DKD 5	KD,GB 5	GB 5	DKD 7	GB 7	GGB,GB 7	G,GB 9	
En çok es. rüz. yönü	GB	GB	GB	GB	KD	KD	KD	KD	KD	KD	GB	GB	KD	
Ayl. ort. bulut. (0-10)	7.3	6.4	6.1	5.3	3.9	3.6	2.5	2.1	3.3	4.1	4.8	7.1	4.7	
Ort. açık gün. sayısı (0.0-1.9)	2.0	3.7	5.7	6.0	12.0	10.0	18.3	21.0	14.7	9.7	9.0	2.0	114.0	% 31
Ort. bulutlu gün. sayısı (2.0-8.0)	14.3	12.3	14.0	17.3	14.3	17.3	11.0	9.0	11.0	16.7	14.0	13.7	165.0	% 45
Ort. kapalı gün. sayısı (8.1-10.0)	14.7	12.3	11.3	6.7	4.7	2.7	1.7	1.0	4.3	4.7	7.0	15.3	86.3	% 24
Ort. karlı gün. sayısı	18.3	11.3	10.3	5.7	0.3	-	-	-	0.3	1.3	3.0	15.3	66.0	% 18
Ort. karla örtülü gün. sayısı	26.0	28.3	30.0	12.3	0.3	-	-	-	0.7	3.0	6.3	27.3	134.3	% 37
Ort. sisli gün. sayısı	18.3	12.3	15.7	12.0	12.7	8.0	10.3	9.3	10.3	14.0	10.3	15.3	148.6	% 41

**Tablo 5:** Uludağ F.A. Zirve Meteoroloji İstasyonunun Verileri (ULUDAĞ F.A. ZİRVE)  
YÜKSEKLİK : 1920 m

METEOROLOJİK ELEMENLAR		A Y L A R												Yıllık	%	
		I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII			
Ayl. ort. sic.	°C	-3.5	-4.4	-2.6	2.0	7.0	10.9	13.3	14.2	10.8	5.8	2.9	-2.9	4.4		
Ort. yük. sic.	°C	-0.9	-1.1	0.9	5.4	10.6	15.0	17.7	18.9	15.5	9.9	6.3	0.0	8.2		
Ort. düş. sic.	°C	-6.2	-6.8	-5.4	-1.0	3.8	7.4	9.4	10.3	7.6	2.8	0.4	-5.0	1.4		
Ayl. ort. nisbi nem	%	75	84	76	69	69	68	57	50	57	68	66	76	68		
Yağ. mik. ayl. ort.	(mm)	224.8	218.6	163.6	122.7	116.0	87.6	53.4	14.7	56.1	81.8	136.4	269.0	1544.9		
Gün. en çok yağ. mik.	(mm)	83.4	84.7	45.6	74.5	75.3	67.3	155.0	32.4	57.7	37.9	154.0	117.9	155.0		
En kuvvetli esen rüzg. yönü ve kuvv.		KD 8	G 6	GB 4	B 8	K 8	GD 6	KD 6	KD 7	G 9	GB 5	KD 7	GB 8	G 9		
En çok es. rüz. yönü		KD	G	GB	GB	GB	KD	KD	KD	KD	KD	G	G	KD		
Ayl. ort. bulut. Ort. açık gün. sayısı	(0-10) (0.0-1.9)	6.6 4.7	7.5 2.3	6.3 4.3	5.6 5.5	5.2 3.7	4.3 6.5	2.4 15.5	1.6 21.8	3.0 14.8	4.5 8.7	5.3 6.2	6.6 3.5	4.9 97.5	% 27	
Ort. bulutlu gün. sayısı	(2.0-8.0)	13.2	8.8	14.3	15.7	22.2	21.0	14.5	8.2	12.0	16.5	15.7	13.5	175.5	% 48	
Ort. kapalı gün. sayısı	(8.1-10.0)	13.2	17.2	12.3	8.8	5.2	2.5	1.0	1.0	3.2	5.8	8.2	14.0	92.3	% 25	
Ort. karlı gün. sayısı		13.2	13.6	10.8	4.5	1.2	0.1	-	-	0.4	2.4	4.4	12.5	63.0	% 17	
Ort. karla örtülü gün. sayısı		31.0	28.2	31.0	29.5	14.2	0.2	-	-	0.7	4.2	10.3	28.6	177.9	% 49	
Ort. sisli gün. sayısı		13.2	17.2	12.3	8.8	5.2	2.5	1.0	1.0	3.2	5.8	8.2	14.0	92.3	% 25	

tasyonların verilerine göre yıllık yağış Bursa'dan (713 mm) Zirveye'ye (1545 mm) kadar sürekli artmaktadır. Sıcaklık ise bunun aksine 14.4 °C'den 4.4 °C'ye düşmektedir. Ortalama kar yağışlı günler Bursa'da 8 gün iken, Sarıalan'da 66, Zirve'de 63 gündür (Tablo 6a). Kar yağışlı günler Sarıalan ve Zirve'de hemen hemen eşitken, karla örtülü günler sayısı arasında büyük bir fark vardır. Karla örtülü günler Bursa'da 10, Sarıalan'da 134 ve Zirve'de 178 gündür (Tablo 6b). Görüldüğü gibi Zirve'de yılın yarısı karla örtülü olarak geçmektedir. Bu yüksekliğin doğal bir sonucudur.

**Tablo 6.a:** Ortalama Karlı Günlerin Karşılaştırılması

İSTASYONLAR		A Y L A R												Yıllık	%	
		I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII			
Bursa	100 m	3.1	2.5	0.9	0.2	-	-	-	-	-	-	0.1	0.9	7.7	2	
Yeşilkonak	1025 m	6.7	6.9	5.1	1.0	-	-	-	-	-	-	1.3	3.7	24.7	7	
Kirazlıyayla	1500 m	9.4	12.4	5.6	1.8	0.8	-	-	-	0.2	1.4	2.8	4.6	39.0	11	
Sarıalan	1620 m	18.3	11.3	10.3	5.7	0.3	-	-	-	0.3	1.3	3.0	15.3	66.0	18	
Zirve	1920 m	13.2	13.6	10.8	4.5	1.2	0.1	-	-	0.4	2.4	4.4	12.5	63.0	17	

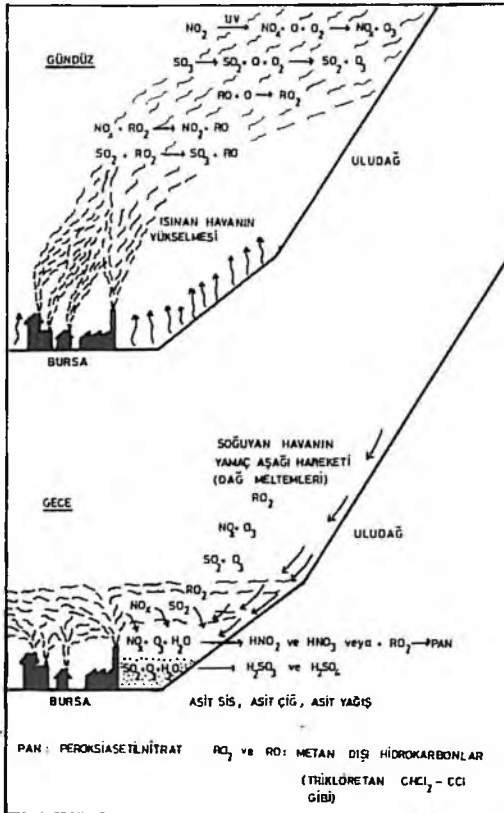
**Tablo 6.b:** Ortalama Karla Örtülü Günlerin Karşılaştırılması

İSTASYONLAR		A Y L A R												Yıllık	%	
		I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII			
Bursa	100 m	4.0	3.1	0.8	0.0	-	-	-	-	-	-	0.2	1.8	10.1	3	
Yeşilkonak	1025 m	13.1	14.9	9.7	1.5	-	-	-	-	-	-	2.9	8.3	50.5	14	
Kirazlıyayla	1500 m	22.0	22.8	22.0	7.0	1.0	-	-	-	-	0.8	4.8	12.4	92.8	25	
Sarıalan	1620 m	26.0	28.3	30.0	12.3	0.3	-	-	-	0.7	3.0	6.3	27.3	134.3	37	
Zirve	1920 m	31.0	28.2	31.0	29.5	14.2	0.2	-	-	0.7	4.2	10.3	28.6	177.9	49	

Diğer ilginç bir durum sis oluşumunda görülmektedir. Sisli günler Bursa'da 17 olup, Sarıalan'da 149 güne kadar çıkmakta, zirvede ise 101 güne düşmektedir (Tablo 6c). Bu durum şöyle açıklanabilir. Bursa üzerindeki hava ısınarak yükselmekte ve Uludağ'ın kuzey bakılı yamaçlarına yaslanmaktadır. Bu nemli ve ılık hava kütlesi ile yukarıdaki soğuk hava kütlesi karşılaştığında sis oluşmaktadır (Şekil 1). Sarıalan yöresinde ise bunun tam aksi bir durum söz konusudur. Yani Bursa üzerinden yükselen ılık hava kütlesi Sarıalan yöresine kadar ulaşmakta, bu sırada soğuyup, nem yoğunlaşmakta ve ağırlaşmakta, gece yamaç aşağı inerken (dağmeltemi) alt kuşağıdaki ılık hava kütlesiyle karşılaşmaktadır, bunun sonucunda Sarıalan'da sisli gün sayısı artmaktadır.

Tablo 6.c: Ortalama Sisli Günlerin Karşılaştırılması

İSTASYONLAR		A Y L A R												Yıllık	%
		I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX.	X	XI	XII		
Bursa	100 m	1.8	1.7	1.4	1.5	1.6	0.4	0.0	0.1	0.5	2.5	3.2	2.0	16.8	5
Yeşilkonak	1025 m	6.6	6.5	9.9	9.6	7.3	4.1	2.7	2.1	4.3	4.7	5.7	8.1	71.7	19
Kirazlıyayla	1500 m	8.4	11.8	4.8	8.4	6.6	4.0	2.6	2.6	3.8	2.6	4.2	6.4	66.2	18
Sarıalan	1620 m	18.3	12.3	15.7	12.0	12.7	8.0	10.3	9.3	10.3	14.0	10.3	15.3	148.6	41
Zirve	1920 m	13.2	17.2	12.3	8.8	5.2	2.5	1.0	1.0	3.2	5.8	8.2	14.0	92.3	25



Şekil 1: Bursa'dan yükselen kirliliğin Uludağ'ın kuzey yamaçlarına yaslanması (gündüz) ve soğuyan kirliliğin tekrar Bursa üzerine dönmesi (gece) (Kantarıcı 1987).

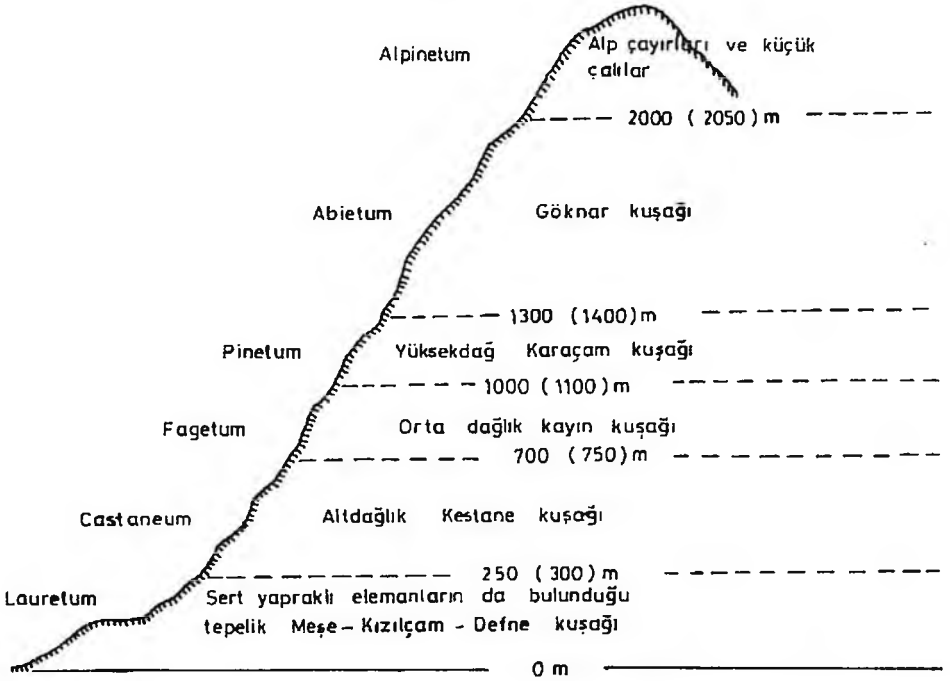
Uludağ'ın kuzey bakılı yamaçlarında yükseklik farklarından dolayı yükselti-iklim kuzakları oluşmaktadır. Bunlar; Defne kuşağı (Lauretum), Kestane kuşağı (Castanetum), Kayın kuşağı (Fagetum), Karaçam kuşağı (Pinetum), Gökmar Kuşağı (Abietum) ve Ormanüstü yaylalar kuşağıdır (Alpinetum) (Şekil 2)<sup>1</sup>.

**Defne Kuşağı (Lauretum):** Deniz seviyesinden 300 m'ye kadar olan kuşaktır. En önemli bitki toplumları; Zeytin, Defne, Kızılçam, bazı meşe türleri-kızılçam ormanları ve sert yapraklı maki türleri ile bunlara karışan türlerden oluşmuştur.

**Kestane Kuşağı (Castanetum):** 300-1100 m'ler arasında yer alan bu kuşağın alt sınırında bu meşe türleri orman kurmaktadır. Yükseklik arttıkça meşe türleri azalmakta, kestane artmaktadır. Belirli bir yükseklikten sonra saf kestane (*Castanea sativa*) ormanları da geniş alanları kaplamaktadır.

**Kayın Kuşağı (Fagetum):** Denizden 750-1100 m'ler arasındaki bu kuşakta hakim ağaç türü kayın (*Fagus orientalis*)'dır. Kayın genellikle saf meşcereler oluşturmasına rağmen meşe türleri ve gürgen türleri ile karışık meşcereler de oluşturmaktadır.

**Karaçam Kuşağı (Pinetum):** 1100-1400 m'ler arasında yer alan bu kuşakta genellikle karaçam (*Pinus nigra*) saf meşcereler kurar. Silvikültür alanında çalışanlar Mayer'in vejetasyon kuşak-



Şekil 2: Uludağ'ın kuzey yamacında iklimle ilgili olarak meydana gelen vejetasyon kuşakları .  
(Çepel, 1978)

1) F. Vural (F. Saatçioğlu) (1946) a dayanarak F. Saatçioğlu 1976'dan alınmıştır.

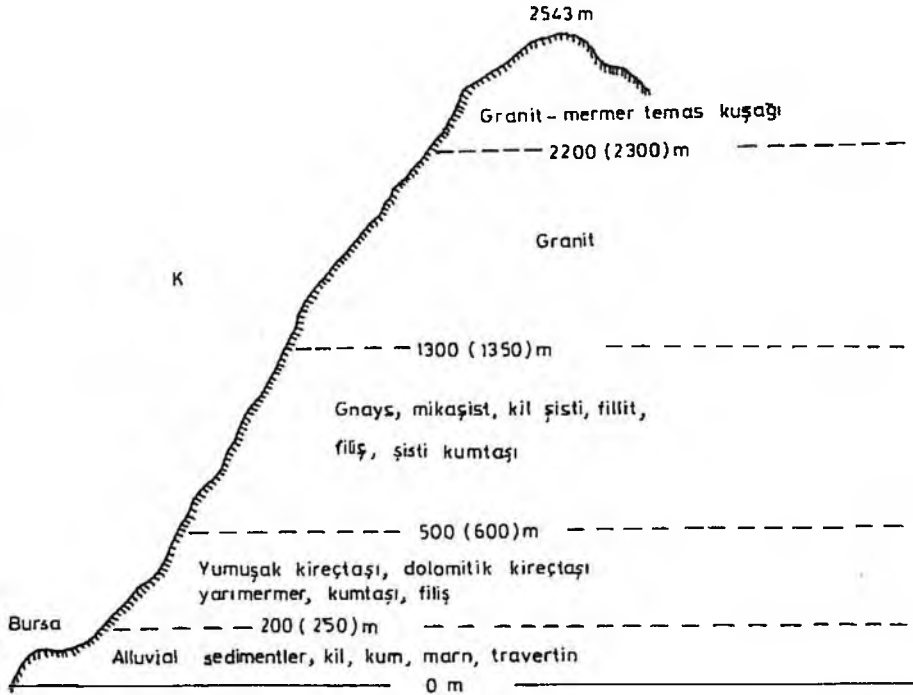
larında "Pinetum" diye bir kuşak kabul etmemektedirler. Fakat Uludağ'da sözkonusu yükseltiler arasında belirgin bir karaçam kuşağı bulunmaktadır. Ayrıca bundan evvel yapılan yayınlarda da bu kuşaktan söz edilmiştir. Bu iki nedenle bu yazıda da böyle bir vejetasyon kuşağı ayrılmış bulunmaktadır.

**Göknar Kuşağı (Abietum):** Bu kuşak, karaçam (Pinetum) kuşağının bittiği 1400 m yükseklikten başlar ve bu yükseltelerde göknar (Abies bornmülleriana) karaçam ile karışık meşcereler oluşturur. Daha yukarılarda göknar saf meşcereler kurar ve orman sınırına kadar yer yer sarıçam ile karışarak (2000-2050 m) çıkar.

**Ormanüstü Yaylalar Kuşağı (Alpinetum):** Orman sınırının üstünde yeralan kuşaktır. Burada çeşitli çalı türleri ve geniş otlaklar bulunmaktadır ve Uludağ'a özgü birçok tür bu kuşakta yeralmaktadır.

### 3. YÜKSELTİ-ANAKAYA İLİŞKİLERİ

Uludağ kütesinin jeolojik yapısı da düşey yönde bir farklılaşma göstermektedir (Çepel 1978). Denizden 250 m yüksekliğe kadar Bursa'nın da yeraldığı bölgede traverten, marn ve kumtaşı yaygındır. 250-600 m'ler arasında kireçtaşları, dolomitik kalker, mermer, kumtaşı ve flişler dik yamaçları oluşturmaktadırlar. 600 m'den 1350 m'ye kadar olan yükseltelerde gnays, mikaşist, kil şisti, fillit, fliş ve şisti kumtaşlarına rastlanmaktadır (Şekil 3). 1350-2300 m'ler arasında granit anakayası yüksek dağlık araziye oluşturmaktadır. En yüksek arazi ise granit-mermer temas kuşağı (kontantk metamorfizma kuşağı) bulunmaktadır. Zech ve Çepel (1977)'in bildirdiğine göre; Ulu-



Şekil 3: Uludağ'ın kuzey yamacındaki anakayalar

(Çepel, 1978)



dağ topraklarının oluşumu üzerinde jeolojik temel, iklim ve yeryüzü şeklinin etkisi yüksektir. Bunun sonucunda alçak bölgelerde terra rossa, yüksek bölgelerde podsolleşmiş orman toprakları yer almaktadır.

Uludağ'da bulunan ve yukarıda sözedilen anakayalardan oluşan toprakların pH-değerleri Tablo 7'de verilmiştir. Mermer ve kireçtaşından oluşmuş toprakların reaksiyonu en düşük 5.3 pH ve en yüksek 7.0 pH'dır. Kireçli topraklarda  $Ca^{++}$  katyonunun bulunması ile pH nötr (7.0) civarında olmaktadır. Kireçsiz diğer anakayalardan oluşmuş toprakların pH- değerleri daha düşüktür. Granit topraklarında pH 3.0-4.9, gnays topraklarında pH 3.2-3.8, kumtaşı üzerindeki topraklarda pH 3.8-4.7 arasında değişmektedir. Kireçtaşı ve mermer üzerinde oluşan topraklardaki pH-değerleri Fe, Mn ve P gibi besin maddelerinin bitki tarafından alınmasını güçleştirmektedir. Bu topraklarda diğer besin elementlerinin alınmasında önemli bir sorun yoktur. Silikat anayakasından oluşmuş topraklar aşırı derecede yıkanmış oldukları için reaksiyon asit olup N, P, Ca, Mg, Cu, Zn ve Mo gibi besin maddelerinin bitkiler tarafından alınması güçleşmektedir. pH 4.0 altına düştüğünde kil mineralleri hızla tahrip olmaya ve ayrışmaya başlar. Ayrıca bu pH derecesinden sonra Al hidroksitler ve Al oksihidroksitler de ayrışır. Serbest kalan  $Al^{+3}$  toprakta tutulur ve bu fazla miktardaki  $Al^{+3}$  bitkiler için zehir etkisi yapar,  $H^+$  iyonlarının fazlalığı ise bitki beslenmesini sınırlar. Topraktaki Al ve Fe oksitlerin de yıkanmasının sonucunda podsoller ile podsollaşmış orman toprakları gelişir.

**Tablo 7:** Uludağ'da Bulunan Bazı Anakayaların Üstündeki Toprakların pH-Değerleri (Kaynak: N. Çepel 1990).

Anakaya Gestein	pH (nKCL) değerleri pH-Werte		Meşcere Tipi Bestandestyp
	0-10 cm	10-30 cm	
GRANİT Granit	4.0 3.0 - 4.9 (n = 24)	4.1 3.4 - 4.6 (n = 24)	A. bornmülleriana, F. orientalis - A. bornm. A. bornm. - F. orient. - P. nigra (1500 - 2000 m)
GNAYS Gneis	3.5 3.2 - 3.7 (n = 6)	3.5 3.2 - 3.8 (n = 6)	Q. petraea ssp iberica - F. orient. Q. petraea - C. sativa, P. nigra (1000 - 1300 m)
KUMTAŞI Fillit Kristalin şistler Metamorphite	4.3 4.1 - 5.1 (n = 4)	4.3 3.8 - 4.7 (n = 4)	Q. petraea - F. orientalis, Q. petraea - Castanea sativa, P. nigra (600 - 1400 m)
MERMER Marmor	5.7 5.3 - 6.2 (n = 6)	6.8 6.7-7.0 (n = 6)	Subalpin çahırlar ve çayırlar Subalpine Zwergsträucher und Wiesen (2300 - 2500 m)
KİREÇTAŞI Kalk	6.4 6.0 - 7.0 (n = 5)	6.5 5.7 - 6.9 (n = 5)	Castanea sativa, C. sativa-Q. petraea- Fagus orientalis (400 - 800 m)

#### 4. İKLİM, HAVA KİRLİLİĞİ VE ORMAN TOPLUMLARI ARASINDAKİ İLİŞKİLER

Uludağ; Karadeniz-Marmara Denizi-Ege Denizi çukurlarının oluşturduğu kuzeydoğu-güney-batı alçak alanın güneyinde çok yüksek bir dağlık kütle halinde yer almaktadır. Ters alize rüzgârları olarak da tanınan çukurluk (depresyon) rüzgârları Baltık Denizi-Ukrayna Düzlükleri-Karadeniz-Basra Körfezi doğrultusunda hareket etmektedirler. Bu rüzgârlar Orta ve Doğu Avrupa üzerinden geçerken, buraların kirli havasını alarak kendileri de kirlenerek ülkemize kadar taşımaktadır. Uludağ'ın yüksek bölgeleri de bu rüzgârların etkisindedir ve Orta Avrupa ile Doğu Avrupa'nın kirliliği de Uludağ'a kadar gelebilmektedir.

Uludağ'ın eteklerinde kurulmuş olan Bursa da Uludağ'ı hava kirliliği bakımından önemli derecede etkilemektedir. Bu kirlilik iki şekilde etkili olabilmektedir. Birinci etki sis yoluyla. Daha önce değinildiği gibi Uludağ'ın kuzey yamaçlarında yükseltiye de bağlı olarak sisli günlerin sayısı 72 ile 149 arasında değişmektedir (Tablo 6-c). Bu sis Bursa üzerinden yükselen ve içinde yüksek miktarda  $SO_2$ ,  $NO_x$  bulunan havanın yamaçlarda soğuyup yoğunlaşmasıyla oluşmaktadır (Şekil 1). Böylece Bursa kaynaklı  $SO_2$  ve  $NO_x$ 'ler yaprakların çevresinde ve yüzeyinde yoğun olarak bulunmakta ve solunum delikleri (stomalar) yolu ile yaprağın solunum boşluğuna girmektedir. Yapraklar  $CO_2$  sentezi yaparken,  $SO_2$ 'nin de sentezini yapmakta ve  $H_2SO_3$  giderek  $H_2SO_4$  oluşmaktadır. Bu üretim sonucu klorofil bozulmakta ve yapraktan Mg katyonu yıkanmakta, yapraklarda sararma ve kurumalar görülmektedir. Gerçi sisten dolayı yapraklardaki stomaların kapalı olacağı düşünülebilir, fakat yoğun neme rağmen solunum delikleri (stomalar) solunum yapabilmek için bir miktar açıktır ve bu yolla  $SO_2$  yaprağa girer. Ayrıca asit yağışlar kendi kimyasal karakteristiklerinin bir sonucu olarak yaprakların dış dokularını tahrip ederler. Gerçekten termik santrallara yakın orman alanlarında yapraklar üzerinde nokta veya yüzeyler halinde kırmızımsı kahverenkli lekeler görülmektedir.

Bursa kaynaklı hava kirliliğinin Uludağ üzerindeki diğer etkisi, kar yağışı ile olmaktadır. Kantarcı (1992) tarafından Uludağ'da kar reaksiyonları ölçülmüş ve 4.3-6.1 pH arasında bulunmuştur (Tablo 8). Bu düşük pH değerleri karın 6 aya yakın bir zaman toprak üzerinde kaldığı düşünülürse, toprak üzerinde büyük bir etki yapmaktadır. Daha önce değinildiği gibi uludağ'daki topraklar asit karakterdedir. Karın da pH'sının düşük olması ve çok uzun süre toprak üzerinde kalması sonucu topraklar daha da asitleşmekte ve bitkilerin köklerinin etkilenmesi söz konusu olmaktadır. Düşük pH- değerlerinde bitki besin maddeleri, bitkilerce alınamamakta ve pH 4.0'un altında kil minerali ile Al-hidroksit ile Al-oksihidroksitler ayrışmaktadır. Böylece artan  $Al^{+3}$  iyonları toprakta ayrışmamış olan kil minerallerince tutulmaktadır. Bilindiği gibi  $Al^{+3}$  bitkiler için zehir etkisi yapar ve toprakta pH'nın düşmesi toprağın alüminyum tampon zonuna ulaşmasına neden olur. Bu da bitkilere, özellikle orman ağaçlarına zarar verebilir hatta öldürebilir. Çünkü "**Toprağın Alüminyum Tampon Zonuna Ulaşması**" demek toprağın belirli bir dereceye kadar asit reaksiyonunu ayarlayma yeteneğinin ortadan kalkması demektir.

#### 5. SONUÇ

Uludağ, bol karlı yağışlı ve karın uzun süre kaldığı yüksek dağlık bir küttedir. Dolayısıyla yazlar ve vejetasyon süresi kısa olmaktadır. Toprakların fazla derin olmaması ve aşırı yıkanmış oldukları gözönüne alınırsa, Uludağ üzerindeki ormanların beslenme, gençleşme ve devamlılığı sorunları vardır. Silikat anakayasından oluşmuş toprakların pH'larının düşük olması da bu sorunları artırıcı yönde etki yapmaktadır. Ayrıca Uludağ doğrudan doğruya hava kirliliği ve buna bağlı olarak toprak kirliliğinin (asit yağmurun ve karın toprağı asitleştirmesi) etkisi altındadır. Bu sebeple ortaya çıkan tek tek kurumaların yakın gelecekte öncelikle göknar ölümlerine dönüşmesi ve ormanların yok olması olayları yaşanabilir. Çünkü göknar  $SO_2$  ve  $NO_2$  gazlarına karşı 1. derecede

**Tablo 8:** Yurdumuzda Kar Reaksiyonlarına Ait Bazı Ölçümler  
(Kaynak: M.D. KANTARCI 1992).

Ölçme Yeri	Tarih	Yükselti							
		Aladağ 900 m	Kuzey Yamacı 1000 m	1300 m	1500 m	Aladağ Doruk 1600 m	Sarıalan Boğazi 1600 m	Kartalkaya Kuzey Yamacı 1700 m	Kartalkaya 2000 m
Bolu-Aladağ	Mart 1991	-	4.3-5.0	-	4.3-5.8	4.4-5.3	4.3-5.0	4.5-4.9	4.7-5.4
Dal yosunları (sis etkisi)		-	3.8	-	3.7	3.7	3.6	3.7	-
	Mart 1992	3.4-6.5	4.3-6.8	3.9-4.7	-	3.8-4.6	4.0-5.3	3.4-5.2	3.6-4.9
Samanlı Dağl.	Mart 1991	5.6-5.8	4.8-6.0						
Keltepe kuz. Dal yosunları		3.9	3.6-3.9						
Uludağ		Kirazlıyayla		Televizyon kulesi					
		1630 m	1640 m	1750 m	1800 m				
Kuzey yamacı	Şubat 1991	5.0-5.6	4.8-6.1 3.7	4.3-5.8	4.5-5.7 3.8				
Beydağları		Elmalı Kartalsivrisi							
		2600 m							
Kuzey yamacı	Nisan 1991	6.3-7.3 (çıplak kayadan gelen toz etkisi ile 7.3)							
Dal yosunları		4.1							

hassas bir türdür. Göknarın SO<sub>2</sub> gazına dayanma sınırı 25 µg/m<sup>3</sup> SO<sub>2</sub> olarak kabul edilmektedir (BARNER 1983). Uludağ Göknar Ormanlarının da bu miktarda bir SO<sub>2</sub> ve ek olarak NO<sub>2</sub> etkisinde kaldığı göknar ağaçlarındaki etkilenmelerde ortaya çıkmaya başlamıştır. Ayrıca sekonder zararlıların (böcek ve mantar gibi) primer etki durumuna geçmesinde de hava kirliliğinin önemli etkisi vardır. Bununla birlikte göknar ölümlerinde "patolojik ıslak özodunu" nun da önemli bir rol oynadığını kabul etmek gerekir.

Uludağ'ın yetişme ortamı özellikleri gözönüne alındığında iklim ve toprak yapısı dolayısı ile ekolojik bakımdan hassas bir bölge olduğu dikkati çekmektedir. Bu hassasiyeti hava kirliliği arttırmaktadır. Buradaki ormanların odun hammaddesi üretimi yanında toprakları koruma, sel ve çığları, toprak erozyonunu önleme ve su üretimi bakımından da önemi büyüktür.

Sonuç olarak Uludağ'da çok zorunlu biyolojik koşullar olmadığı sürece ağaç kesilmemesi gerekir. Çünkü iklim, arazi ve toprak şartları gençleştirmeyi zorlaştırmaktadır. Uludağ'daki hava kirliliği sorunları, Bursa kaynaklı olduğu için Bursa'nın hava kirliliği sorunu halledildiğinde, önemli ölçüde azalacaktır. Ama yine de oteller bölgesi ve yoğun turizm nedeni ile de Uludağ'da diğer kirlilik sorunları üzerinde de durulması gerekir. Uludağ sadece para kazanılan bir yer olarak görülmemelidir. Doğal yapısı ve doğal canlı toplulukları korunmalı ve bu doğal ekosistemlerin kapasitesi oranında yararlanılmaya çalışılmalıdır. Yokedilmiş ve ekosistemin zararlı etkileri dağıdaki otelleri etkileyeceği gibi dağın çevresindeki yerleşme, sanayi ve tarım alanlarını da etkileyecektir. Uludağ'ın çevresini koruduğu ve ürettiği su ve diğer değerlerle beslediği gözden uzak tutulmamalıdır.

## KAYNAKLAR

- BARNER, J., 1983: *Experimentelle Landschaftsökologie*. Ferdinand Enke Verlag, Stuttgart.
- CVIJIĆ, J., 1908: *Beobachtungen über die Eiszeit auf der Balkan-Halbinsel*. Zeitschrift für Gletscherkunde, 3.
- ÇEPEL, N., 1978. *Uludağ Kütlesinin Ekolojik Özellikleri*. İ.Ü. Orman Fakültesi Dergisi, Seri B, Cilt 28, Sayı 2.
- ÇEPEL, N.; KARAVELİ, A., 1990: *Uludağ Millî Parkı'nın Üsttoprağına Ait Tekstür ve Asitlik Özellikleri*. İ.Ü. Orman Fakültesi Dergisi, Seri A, Cilt 40, Sayı 1.
- KANTARCI, M.D., 1987: *Türkiye'de Kara ve Su Ekosistemleri Üzerindeki Antropojen Etkiler ve Çevreye Etkinin Değerlendirilmesi (ÇED) Konusu. ÇED Uygulamasından Örnekler Kitabı*, s. 85-125. Türkiye Çevre Sorunları Vakfı Yayını.
- KANTARCI, M.D., 1992: *Zararlı Maddelerin Orman Topraklarına Etkileri*. Dokuzuncu Türkiye, Almanya, Polonya Çevre Mühendisliği Sempozyumu Tebliğleri, 5-7 Ekim 1992, s. 405-421.
- MESSERLI, B., 1967: *Die eiszeitliche und die gegenwärtige Vergletscherung in Mitteleuropa*. Geographica Helvetica, 22. Jahrg. No. 3, 1967.
- PHILLIPSON, A., 1904: *Das westliche Kleinasien*. Z.d.Ges. für Erdkunde.
- SAATÇIOĞLU, F., 1976: *Silvikültür I. Silvikültürün Biyolojik Esasları ve Prensipleri*. İ.Ü. Orman Fakültesi Yayınları, No. 2187/222.

VURAL, F. (SAATÇIOĞLU, F.), 1946: *Uludağ'ın Orman Rejyonları (düşey orman zonları)*, Ankara Yüksek Ziraat Enstitüsü Dergisi, Cilt 5, Sayı 2.

ZECH, W.; ÇEPEL, N., 1977: *Anatolien-ein bodengeographischer Streifzug. Mitt. d. Geogr. Gesel. in München, Band 62, s. 155-166.*