

TÜRKİYE CUMHURİYETİ
ANKARA ÜNİVERSİTESİ
SOSYAL BİLİMLER ENSTİTÜSÜ
ANTROPOLOJİ ANABİLİM DALI
PALEOANTROPOLOJİ BİLİM DALI

PALEOEKOLOJİ VE TAFONOMİNİN PALEOANTROPOLOJİK
ÇALIŞMALARDAKİ ÖNEMİ VE ÇANDIR ÖRNEĞİ

Yüksek Lisans Tezi

Özge Demirbaş

Ankara - 2007

TÜRKİYE CUMHURİYETİ
ANKARA ÜNİVERSİTESİ
SOSYAL BİLİMLER ENSTİTÜSÜ
ANTROPOLOJİ ANABİLİM DALI
PALEOANTROPOLOJİ BİLİM DALI

PALEOEKOLOJİ VE TAFONOMİNİN PALEOANTROPOLOJİK
ÇALIŞMALARDAKİ ÖNEMİ VE ÇANDIR ÖRNEĞİ

Yüksek Lisans Tezi

Özge Demirbaş

Tez Danışmanı
Doç. Dr. Ayhan Ersoy

Ankara - 2007

TÜRKİYE CUMHURİYETİ
ANKARA ÜNİVERSİTESİ
SOSYAL BİLİMLER ENSTİTÜSÜ
ANTROPOLOJİ ANABİLİM DALI
PALEOANTROPOLOJİ BİLİM DALI

PALEOEKOLOJİ VE TAFONOMİNİN PALEOANTROPOLOJİK
ÇALIŞMALARDAKİ ÖNEMİ VE ÇANDIR ÖRNEĞİ

Yüksek Lisans Tezi

Tez Danışmanı : Doç. Dr. Ayhan Ersoy

Tez Jürisi Üyeleri

Adı ve Soyadı

İmzası

.....
.....
.....
.....
.....
.....

.....
.....
.....
.....
.....
.....

Tez Sınavı Tarihi

TÜRKİYE CUMHURİYETİ
ANKARA ÜNİVERSİTESİ
SOSYAL BİLİMLER ENSTİTÜSÜ MÜDÜRLÜĞÜNE

Bu belge ile, bu tezdeki bütün bilgilerin akademik kurallara ve etik davranış ilkelerine uygun olarak toplanıp sunulduğunu beyan ederim. Bu kural ve ilkelerin gereği olarak, çalışmada bana ait olmayan tüm veri, düşünce ve sonuçları andığımı ve kaynağını gösterdiğimi ayrıca beyan ederim.(29 / 06 /2007)

ÖZGE DEMİRBAŞ

İÇİNDEKİLER

	Sayfa No.
ÖNSÖZ	ix
BÖLÜM I	1
GİRİŞ	1
1.1. Amaç ve Kapsam.....	1
1.2. Materyal ve Metot.....	3
BÖLÜM II EKOLOJİ	4
2.1. Ekoloji.....	4
2.1.1. Ekolojinin Konusu.....	5
2.1.2. Ekolojinin Bölümleri.....	7
2.2. Ekosistem.....	8
2.2.1. Ekosistemleri oluşturan öğeler.....	10
2.2.1.1. Canlı Öğeler (Biyotik).....	10
2.2.1.2. Cansız Öğeler (Abiyotik).....	12
2.3. Ekolojik Niş ve Habitat.....	12
2.4. Komünite.....	13
2.5. Popülasyon.....	14
2.6. Popülasyonu Etkileyen Tarihi Faktörler.....	15
2.6.1. Doğal Seçilim.....	18
2.7. İnsan Ekolojisi.....	19
BÖLÜM III PALEOEKOLOJİ	22
3.1. Paleoekoloji.....	22
3.1.1. Çevresel Stratigrafi ve Paleoekoloji.....	23
3.2. Paleoekolojinin Amaçları.....	25
3.3. Paleoekolojideki Bilgi Kaynakları.....	27
3.3.1. Üniformitarianizm ve Analoji.....	30
3.4. Paleoekolojinin Bölümleri.....	32
2.5. Memeli komüniteleri ve ekolojik niş.....	34

3.6. Paleoekolojideki Fosil Komüniteler.....	36
3.7. Fosil Toplulukların Tipleri.....	36
3.7.1. Fosil Komünite.....	38
3.7.2. Artakalan Fosil Komünite.....	38
3.7.3. Taşınmış Fosil Topluluk.....	38
3.7.4. Karışık Fosil Topluluk.....	39
3.7.5. Faunal Kompozisyon ve Yoğunluk.....	39
3.8. Eski Çevrelerin Betimlenmesi İçin Kullanılan Metotlar.....	40
3.8.1. Taksonomik Analiz.....	42
3.8.2. Fonksiyonel Analiz (Morfolojik Analiz)	44
3.8.3. Tür Çeşitliliği.....	48
3.8.4. Komünite Yapısı.....	50
3.8.4.1. Boyut analizi.....	52
3.8.4.2. Ekolojik çeşitlilik.....	53
3.8.4.2.1. Seyreltme.....	54
3.9. Çevresel Rekonstrüksiyonlar için İklimsel Bakış Açılırları.....	55
3.10. Evrimsel Paleoekoloji ve Metotları.....	57

BÖLÜM IV FOSİLLEŞME ve FOSİLLEŞME ORTAMLARI.....

62

4.1. Fosilleşme.....	62
4.1.1. Depolanma ve Gömülme.....	64
4.1.2. Ölüm Sonrası Tahrip ve Taşınma.....	66
4.1.2.1. Kemik Boyutu.....	68
4.1.2.2. Kemik Bileşimi.....	68
4.1.2.3. Kemik Şekli.....	69
4.1.2.4. Kemiğin Su Ortamındaki Davranışı.....	69
4.1.2.5. Yumuşak Doku Kaybı.....	70
4.2. Tortulaşma.....	71
4.3. Jeolojik İçeriğin Önemi.....	72
4.4. Fosil Depolanma Ortamları ve Onların İncelenmesi.....	73
4.4.1. Kuru Alan Depozitleri.....	74
4.4.2. Mağaralar.....	75

4.4.3. Nehir Sistemleri.....	75
4.4.4. Göller ve Deltalar.....	76
4.4.5. Volkanik Depozitler.....	77
4.4.6. Bataklık Depozitleri.....	77
4.5. Fosil-Yatağı Depozitlerinin Çalışılma Metotları.....	78
BÖLÜM V TAFONOMİ.....	81
5.1. Tafonominin Tarihçesi.....	81
5.2. Tafonomi.....	84
5.2.1. Tafonomik Süreçlerin Ekolojik ve Jeolojik Uzantıları.....	87
5.3. Tafonomi ve Paleokoloji: Amaçlar ve Problemler.....	89
5.4. Kanunlar, Kurallar ve Hiyerarşi.....	90
5.4.1. Tafonominin Kuralları.....	92
5.4.2. Tafonomik Etkiler veya Eğilimler.....	93
5.4.3. Tafonomik Analiz.....	94
5.5. Tafonomik Bir Süreç Olarak Gömülme.....	97
5.6. Tafonomide Deneysel Çalışmaların Önemi.....	99
5.7. Faunaların tanımlanmasında kullanılan tafonomik kriterler.....	100
5.7.1. Buluntunun Tanımlanması-Korunma Durumu.....	104
5.7.1.1. Buluntunun Tanımlanması-Korunma Durumu Üzerine	
Deneyler.....	105
5.7.2. Kırılma.....	106
5.7.2.1. Kırılma Üzerine Deneyler.....	107
5.7.3. Çiğneme, Kemirme, Yontulma ve Kesme İzleri.....	107
5.7.3.1. Çiğneme, Kemirme, Yontulma ve Kesme İzleri	
Üzerine Deneyler.....	111
5.7.4. Sindirim.....	114
5.7.4.1. Sindirim Üzerine Deneyler.....	115
5.7.5. Taşınma ve Aşınma.....	116
5.7.5.1. Taşınma ve Aşınma Üzerine Deneyler.....	118
5.7.5.2. Mikro Aşınma.....	119
5.7.6. Ayakaltında çiğneme ve Deneyler.....	119

5.7.7. Hava şartlarının etkileri.....	120
5.7.7.1. Hava Şartlarının Etki Aşamaları.....	122
5.7.7.2. Hava Şartlarının Etkileri Üzerine Deneyler.....	123
5.7.8. Pişirilme ve Yanma.....	126
5.7.8.1. Pişirilme ve Yanma Üzerine Deneyler.....	126
5.7.9. Toprak Korozyonu, Bakteri ve Mantar.....	127
5.7.10. Bitki Kökü İzleri.....	129
5.7.11. Stronsiyum veya Diğer İz-elementlerin Varlığı.....	130
5.8. Diyajenez Etkisi.....	131
5.9. Tafonominin Paleoantropolojiyle İlişkisi.....	132
BÖLÜM VI ÇANDIR LOKALİTESİ VE BULGULAR.....	136
6.1. Çandır Fosil Lokalitesi.....	136
6.1.1. Çandır Formasyonunun Tarihlendirilmesi.....	138
6.1.2. Tektonizma.....	139
6.2. Çandır Faunası.....	140
6.3. Çandır Üzerine Paleokolojik Fonksiyonel Yorumlamalar.....	141
6.3.1. Faunal Çeşitlilik.....	144
6.4. Elde Edilen Bulgular.....	145
6.4.1. Ölümdeki değişiklikler.....	146
6.4.2. Ölümünden Sonraki İkincil Değişiklikler.....	147
6.4.3. Korunma Durumu ve Hava Şartlarının Etkisi.....	147
6.4.3.1. Hava Şartlarının Etki Aşamaları.....	148
6.4.4. Çiğneme ve Kemirme İzleri.....	150
6.4.5. Kök İzleri.....	151
6.5. Minimum Birey Sayısı (MBS)	152
6.6. Materyal Çalışması Hakkındaki Yorumlar.....	154
SONUÇ.....	155
KAYNAKÇA.....	157
ÖZET.....	172
SUMMARY.....	173
EKLER	

TABLolar DİZİNİ

Tablo 2.1. Ekolojik Faktörler.....	5
Tablo 4.1. Başlıca depolanma ortamları.....	73
Tablo 5.1. Ölüm-Sonrası Olayların Kemikler Üzerindeki Etkileri.....	96

ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil 2.1. Organizasyon Basamakları.....	6
Şekil 2.2. Durum faktörleri (dairenin dışında), etkileşimli kontroller (dairenin içinde) ve ekosistem süreçleri arasındaki ilişki.....	9
Şekil 3.1. Ekoloji, paleoekoloji ve tafonomi arasındaki ilişkiler ve bu faktörlerin birbirlerine etkileri.....	30
Şekil 3.2. Paleoekolojik rekonstrüksiyon.....	41
Şekil 4.1. İnsan evriminin fosil kayıta korunduğu dört ana depolanma ortamı.....	74
Şekil 5.1. Fosil Depozitlerin Oluşumu.....	85
Şekil 5.2. Disiplinler arası bağlantıları açısından tafonomik araştırma yapısı ve tafonomik bilginin katkıda bulunduğu paleobiyolojik problemler.....	88
Şekil 5.3. Tafonomik değişiklikler.....	102
Şekil 5.4. Bir kaval kemiği (tibia) parçasındaki doğrama izleri.....	110
Şekil 5.5. Uzun-kemik gövde kalıntıları üzerinde bir taş aletle (hammerstone) vurularak meydana gelmiş ince oluklar.....	111
Şekil 5.6. Bir geyiğe ait kemiklerde diş izleri; dişle yapılan delik ve sıkıştırma.....	112
Şekil 5.7. Kenya’da bir sırtlan tarafından güncel bir kemik üzerinde bırakılan iz...	113
Şekil 5.8. Isırılmış bir bovid (<i>Bos taurus</i>) kemiği.....	113
Şekil 5.9. Bir kemirgenin ön dişleriyle kemik yüzeyinde yaptığı kemirme izlerinin TEM mikrografisi.....	114
Şekil 5.10. Soldaki <i>Bubo africanus</i> ’un peletindeki bir kemirgen femurunda hafif ile orta dereceli sindirim izleri. Sağdaki ise aynı femur başının büyütülmüş hali.....	115
Şekil 5.11. Bir kaburganın uç parçasında etçil çiğneme izleri ve hava şartlarının etkileri.....	121
Şekil 5.12. Arkeolojik bir sitten (Monte di Tuda site, Corsica, Holosen) elde edilen fosil kemirgen femuru üzerinde asitli toprak tarafından meydana gelen korozyon..	128
Şekil 5.13. Bir koyun alt çenesi üzerindeki bitki kökü izleri.....	130

Şekil 6.1. Çandır'daki büyük memelilerin çeşitli gruplarının oranları.....	140
Şekil 6.2. 3P - 108 (ÇA' 93). Artiodactyla takımı, Bovidae ailesi, Caprotrogoides türüne ait olan bir sol mandibula üzerindeki 1. derecedeki hava şartlarının etkisi...	149
Şekil 6.3. 3R - 67 (ÇA' 93). Artiodactyla takımı, Bovidae ailesi, Caprotrogoides türüne ait olan bir sağ mandibula üzerindeki 2. derecedeki hava şartlarının etkisi..	149
Şekil 6.4. 1A - 11 (ÇA' 92). Artiodactyla takımına ve Giraffidae ailesine ait olan bir distal radius üzerindeki izler.....	150
Şekil 6.5. Çandır'da yıkamadan elde edilen fosil parçasındaki kemirme izleri.....	151
Şekil 6.6. 3AA - 25 (ÇA' 94). Artiodactyla takımına ait olan bir parmak kemiği üzerindeki bitki kökü izleri.....	152

GRAFİKLER DİZİNİ

Grafik 6.1. Çandır faunasındaki korunma durumunun dağılımı.....	146
Grafik 6.2. Çandır faunasında hava şartlarının etkilerinin dağılımı.....	148
Grafik 6.3. Çandır faunasındaki bitki kökü izlerinin dağılımı.....	152

ÖNSÖZ

Tez çalışmasındaki amacım, paleoantropolojiyle yakından ilişkili olan paleoekoloji ve tafonomiyle ilgili literatürleri gözden geçirmek ve bir uygulama çalışması yapmaktır. Danışmanım Doç. Dr. Ayhan Ersoy'un da önerisi doğrultusunda terminolojinin daha iyi anlaşılması için ilk bölümde paleoekolojiyle birçok yönden aynı çalışılan ekoloji disiplini tanımladım. Paleoekolojiyle tafonomi arasında ise fosilleşme, fosil depolanma ortamları, onların incelenmesi, fosil-yatağı depozitlerinin çalışılma metotları ve jeolojik içeriğin önemini işlendiği bir bölüm oluşturdum. Literatür çalışmasının sonuçlanmasından sonra, son bölümü oluşturan Çandır fosil faunası üzerinde uygulama çalışmasına başladım.

Çalışmamın her aşamasında beni destekleyen ve özgür bir zeminde kendi yolumu bulmamı sağlayan danışmanım Doç. Dr. Ayhan Ersoy'a; materyalini çalışmama izin vererek tafonomik bir çalışma için bana oldukça zengin bir uygulama alanı oluşturan hocam Prof. Dr. Erksin Güleç'e; kendi imkânlarıyla ulaşamayacağım kadar çok kaynak vererek çalışmama yön veren, umut ışığı olan hocam Dr. Arzu Demirel'e minnettarım. Ayrıca laboratuvar çalışmama cömertçe yardımda bulunan arkadaşlarım Araş. Gör. Zehra Satar ve Araş. Gör. İsmail Baykara'ya, değerli fikirleri için Araş. Gör. Ferhat Kaya'ya teşekkürü borç bilirim.

Özge DEMİRBAŞ

Ankara, Nisan 2007

BÖLÜM I

GİRİŞ

“Paleoekoloji ve Tafonominin Paleoantropolojik Çalışmalardaki Önemi ve Çandır Örneği” başlığı altında hazırlanan bu çalışmada, paleoekoloji ile tafonomi kardeş disiplinlerinin tanıtılması ve paleoantropoloji bilim dalıyla yakın ilişkilerinin ortaya konulması amaçlanmıştır. Buna paralel olarak çalışmanın son bölümde Orta Miyosen döneme tarihlenen Çandır Lokalitesi üzerinde tafonomik bir çalışma (uygulama) yapılmıştır.

1.1. Amaç ve Kapsam

Tez çalışmasının ikinci bölümünde paleoekoloji ile birçok yönden aynı yöntemlerle çalışılan ekoloji disiplini tanımlanmıştır. Ekoloji, biyolojideki merkez disiplindir. Bu nedenle, özellikle genetik, evrim, davranış ve psikoloji gibi diğer disiplinlerle örtüşmektedir. İnsanlar çevreleriyle etkileştiğinden beri, klimatoloji, hidroloji ve topoğrafya gibi çevreyi fiziksel/kimyasal yönden inceleyen disiplinler, bazı soruları cevaplamak için önemli hale gelmiştir. İnsanın bazı davranışlarını anlayabilmek için farklı disiplinlerdeki düşünceler ve metotlar da kullanılmalıdır.

Tezin üçüncü bölümünde, fosil organizmalar ile onların sınırlı fiziksel çevreleriyle aralarındaki ilişkiyi çalışan, geçmiş çevreleri analiz eden paleoekoloji disiplini detaylı bir şekilde tanıtılmaya çalışılmıştır. Paleoekoloji ile ilgili deliller, tortullar ve tortullardaki fosillerden gelmektedir. Bu deliller vasıtasıyla geçmiş ekoloji, iklim ve bitki örtüsü betimlenmektedir. Belirli evrimsel olaylarla ilgili geçmiş çevrelerin yorumlanması evrim hakkındaki düşünce rotamızda çok büyük bir

etkiye sahiptir. Bu, özellikle ilk insanın evrimi anlayışında en son gelişmelerle açık bir hale gelmiştir.

Dördüncü bölümde tafonominin daha iyi anlaşılması için fosil, fosilleşme, fosil depolanma ortamları ve bu ortamların incelenmesi, fosil-yatağı depozitlerinin çalışılma metotları ve jeolojik içeriğin önemi işlenecektir. Fosilleşme ortamları tafonomik delillerin bulunduğu çok önemli yataklardır.

Jeoloji, dünyanın ve onun yaşam tarihinin çalışılmasıdır. Paleontoloji ve tafonomi de bundan farklı değildir: tafonomistler sürekli biyojenik parçacıkların tafonomik tarihini ortaya çıkarmaktadır.

Tafonomik süreçlerin ekolojik ve evrimsel uzantıları, tafonomi ve paleoekoloji arasındaki ilişkiler, bir topluluğun tafonomik tarihinin izlenme yolları, tafonomik eğilimler ve kriterler beşinci bölümün konularıdır. Tafonomi ve onun kardeş disiplini paleoekoloji, sedimantoloji, stratigrafi ve jeoloji tarihsel bilimlerin olması yanında 'çevresel' bilimlerdir. Bu bölümde tafonomiyle ilişkili disiplinlere de yer verilmiştir. Ayrıca tafonomik delillere dayanılarak oluşturulan senaryolar insan evriminin aydınlatılmasında önemli bir rol oynamaktadır. Bu nedenle tafonominin paleoantropolojideki önemi beşinci bölümde vurgulanmıştır.

Son bölümde ise, tafonomik çalışmalara örnek olabilecek bir materyal çalışması yapılmıştır. Çalışılan materyal, Orta Miyosen döneme ait olan Çandır lokalitesinden gelmektedir. Bu çalışmada tafonomik deliller gözlenmiş ve bu delillerden bazı yorumlamalar yapılmıştır. Böyle fosil toplulukları üzerine yapılan

tafonomik ve paleoekolojik çalışmalar, paleoantropolojik çalışmalarla etkileşmektedir.

1.2. Materyal ve Metot

Tez çalışması özünde bir literatür çalışması olup bir materyal çalışmasıyla uygulanmıştır. Literatür çalışmasındaki materyal konuyla ilgili kitaplar, makaleler, sunumlar ve doktora tezlerinden oluşmaktadır. Tez çalışmasının bir bölümünü oluşturan materyal çalışmasında ihtiyaç duyulan donanım, Ankara Üniversitesi Dil ve Tarih Coğrafya Fakültesi Paleoantropoloji Laboratuvarı'ndan sağlanmıştır. Tafonomik modifikasyonların bazıları, mikroskop yardımıyla tespit edilmiştir. Tez materyalini, Çandır'dan toplanan -çok zengin bir fauna ile temsil edilen- toplam 1495 fosil oluşturmaktadır. Bunun yanında lokalite çevresinden ve yüzeyinden toplanan fosiller de incelenmiştir. Çalışmanın ilk aşamasında fosillerin buldukları kutular numaralandırılarak, bu fosil topluluk sayıma tabi tutulmuş ve daha sonra yaklaşık olarak bir ayda incelenmiştir. Ancak faunadaki tafonomik modifikasyonlar görülmeyen dişler, boynuzlar, kaprolitler katalog dışı olarak tanımlanmıştır. Ayrıca, müzede bulunan bazı fosiller incelenemediğinden örnek topluluğumuz 681 fosilden oluşmaktadır.

Materyal çalışması esnasında öncelikle tafonomik kriterlerin ve onların aşamalarının bulunduğu bir katalog hazırlanmıştır. Bu katalog oluşturulurken daha önce yapılmış tafonomik araştırmalar esas alınmıştır. Hava şartlarının etki aşamaları için Behrensmeyer'in (1978) sınıflandırması kullanılmıştır. Korunma durumu için, iyi, orta ve kötü olmak üzere üç ve kök izleri için az, orta ve çok olmak üzere üç aşama kullanılmıştır. Ancak tez çalışması boyunca, bazı tafonomik modifikasyonlar-yuvarlaklaşma, korozyon gibi- fosillerde bulunamadığı için katalogtan çıkartılmıştır.

BÖLÜM II

EKOLOJİ

Tez çalışmasının ikinci bölümünde, paleoekolojiye giriş amacıyla onunla yakından ilişkili olan ekoloji disiplini tanımlanacaktır. Ekolojinin konusu, bölümleri, ekolojiyi etkileyen tarihi faktörler ve insan ekolojisi konuları işlenecektir. Ayrıca ekosistem, ekosistemi oluşturan öğeler, komünite, ekolojik niş ve habitat gibi ekolojiyle ilgili terimler de tanımlanacaktır.

2.1. Ekoloji

Ekoloji terimi, ilk kez 1869 yılında Alman bilim adamı, *Ernst Haeckel* tarafından kullanılmıştır. Haeckel, ekolojiyi organizmalar ve onların çevrelerinin bilimsel anlamda çalışılması olarak tanımlamıştır. Ekoloji sözcüğünü, eski Yunanca oikos=evcik, logos=bilim kelimelerinden türetmiştir (Begon, Harper ve Townsend, 1996: 1). Charles Krebs, ekoloji ile çevre bilimleri arasındaki ilişkiyi fizik ile mühendislik arasındaki ilişkiye benzetmektedir (Tont, 2001: 10). Daha aydınlatıcı bir tanımlama, Krebs (1972) tarafından ileri sürülmüştür: 'Ekoloji organizmaların dağılımı ve miktarını belirleyen etkileşimlerin bilimsel çalışmasıdır'. Krebs'in bu tanımlaması 'çevre' kelimesini kullanmamakta ve kelimeyi niçin tanımlamaya gerek duymadığını belirtmemektedir. Bir organizmanın çevresi, onu etkileyen organizma olgusu dışında, abiyotik veya biyotik faktörlerden oluşmaktadır. Ancak Krebs'in tanımlamasındaki 'etkileşimler' şüphesiz bu faktörlerle etkileşimlerdir. Eugene B. Odum'a göre ise ekoloji, fiziki ve biyolojik bilimleri birbirine bağlayan ve doğal bilimlerle sosyal bilimler arasında köprü kuran bir bilim dalıdır (Tont, 2001: 10).

Çevre, Haeckel'in ekoloji tanımlamasında verdiği merkez konumunu sürdürmektedir (Begon, Harper ve Townsend, 1996: 1).

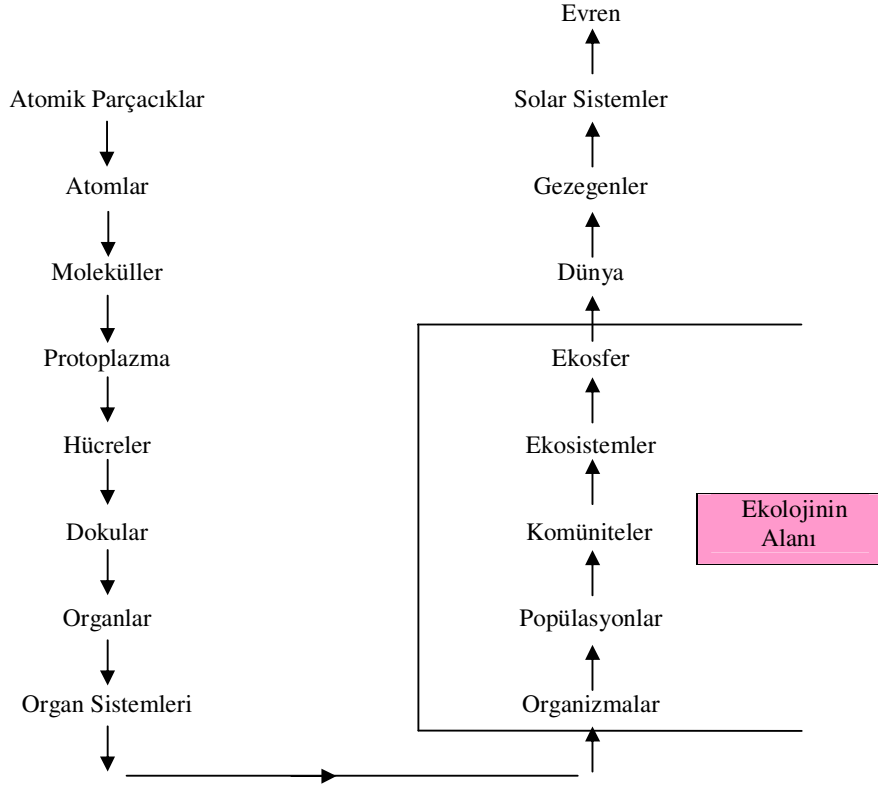
Tablo 2.1. : Ekolojik Faktörler (Türk, 1998: 3).

EKOLOJİK FAKTÖRLER	Abiyotik Faktörler	İklimsel Abiyotik Faktörler	Radyasyon Sıcaklık Işık Nem
	Biyotik Faktörler	İklimsel Olmayan Abiyotik Faktörler	Hidrografik Edafik

Modern organizmaları inceleyen ekologlar, daha küçük boyutta yaşayan sistemleri kullanarak enerji akışı, besin yapısı, beslenme döngüsü, yırtıcılık, rekabet, çeşitli ortak yaşam (simbiyoz) formları, biyokütle ve yalnız organizmaları anlamaya çalışmaktadır. Ekolojik ilişkilerin bu çalışılma metotları, teori ve metotların kendi problemlerini ortaya koyarken paleoekologların elde edemediği, çok fazla delil ve gözleme ihtiyaç duymaktadır (Gifford, 1981: 383).

2.1.1. Ekolojinin Konusu

Begon, Harper ve Townsend'e göre (1996: 1) ekolojinin konusunu oluşturan materyal, birbiriyle ilişkili üç seviyeden oluşmaktadır. Bunlar, tek *organizma*, *popülasyon* (aynı tür bireylerden oluşmaktadır) ve *komünitedir* (daha büyük veya küçük miktarda popülasyondan oluşmaktadır).



Şekil 2.1. : Organizasyon Basamakları (Türk, 1998: 8).

Organizma seviyesinde ekoloji, bireylerin biyotik ve abiyotik çevresi tarafından nasıl etkilendiğiyle, popülasyon seviyesinde ise, belirli türlerin varlığı veya yokluğuyla, yoğunluğu veya seyrekliğiyle ve miktarlarındaki sapma ve dalgalanmalarla ilgilenmektedir. Bu seviyede iki yaklaşım vardır. Biri, tek organizmaların öznitelikleriyle ilgilidir ve popülasyonun karakteristiklerini belirlemek için bunları birleştirme yollarını göz önüne almaktadır. Diğeri ise, doğrudan popülasyonun öznitelikleriyle ilgilidir ve çevre koşullarıyla arasında ilişki kurmaya çalışmaktadır. Her iki yaklaşım da komünite seviyesinde kullanılmaktadır. Komünite ekolojisi, komünitelerin bileşimi ve yapısı, enerji, besin ve komünitelere nüfuz eden diğer kimyasalları takip eden yollarla ilgilidir. Ekoloji, doğum, ölüm ve

göç süreçleri gibi dağılım ve miktarı etkileyen birçok karakteristikle özel olarak ilgilenmektedir (Begon, Harper ve Townsend, 1996: 1–2).

2.1.2. Ekolojinin Bölümleri

Ekoloji, Schröter tarafından Otekoloji ve Sinekoloji diye iki alt bölüme ayrılmıştır. Ekoloji, çevre koşullarının incelenmesini ve bitki türlerinin adaptasyonunu tek tek ele alırsa *otekoloji*, birliktelikler halinde ele alırsa *sinekoloji*'dir. Bu tanımlamalardan birincisi, tek türlerin ve bireylerin ekolojisini inceleyen, ikincisi ise, doğada birlikte bulunan hayvan ve bitki topluluklarının ekolojisi ile ilgili bilim dallarıdır (Kışlalıoğlu ve Berkes, 2003: 34).

Otekolojik araştırmalar genellikle organizmaların çevrelerine verdikleri tepkilerle ilgilidir. Bu tür tepkiler, organizmanın yaşamda kalmak için minimum gereksinimlerini karşılaması amacıyla evrimleşen morfolojik adaptasyonları içerebilir. Organizma, çevresini daha etkin olarak kullanmak için davranışsal özellikler edinmektedir. Organizmalar izole edilmiş bireyler olarak yaşamazlar. Her organizma birbirini etkileyen birçok bireyden oluşan daha büyük popülasyonların bir parçasıdır. Son zamanlarda gelişen popülasyon ekolojisiyle ilgili çalışmalar ayrıca otekolojinin sınırları içindedir. Fosil kaydın yapısı nedeniyle fosil popülasyonların bazı yönlerinin (örneğin denizel çevrelerdeki popülasyonların zaman ortalaması) değerlendirilmesi zordur. Bu nedenle, otekolojik çalışmalar geçmiş çevrelerin yorumlanmasına yardım eden popülasyon özelliklerinden ziyade, fosil popülasyonlarının yapısı ve evrimi üzerinde toplanmıştır. Fosil popülasyonlarının öznitelikleri, jeolojik zaman süresince abiyotik ve biyotik zorlamalara maruz kalan organizmanın yaşamda kalmak için adaptasyonlarını yansıtan bilgileri vermektedir (Gastaldo, Savrda ve Lewis, 1996).

Sinekolojik çalışmalar *ekosistemleri* (abiyotik çevreleriyle etkileşen organizmaların komüniteleri [toplam biyota]) ve *biyomları* içeren daha büyük bir görüntüyü değerlendirmeye çalışmaktadır. Bu ekolojik ünitelerin her birini araştırmak için yapılan çalışmalar benzerdir ama araştırma ölçekleri farklıdır. Sinekolojik araştırmalar bir arada bulunan organizmaları tanımlama, anlama ve yorumlamayı merkeze almaktadır. Birçok fosil sinekolojik çalışma, (genellikle ortak bir çevre olarak alınan) belirli bir alanda korunan ve bir arada bulunan organizmaların fosil topluluğuyla-fosil komüniteyle ilişkilidir. Komüniteler birkaç temel kriter kullanarak ayırt edilmiştir. Bunlar: (1) araştırma ölçeğinde topluluğu diğerlerinden ayıran niteliksel ve yapısal karakteristikler; (2) iç homojenlik; (3) kolayca tanımlanan coğrafik sınırlar ve (4) zaman boyunca sürüp gitme ve coğrafik dağılımda tekrarlamayı içermektedir (Gastaldo, Savrda ve Lewis, 1996).

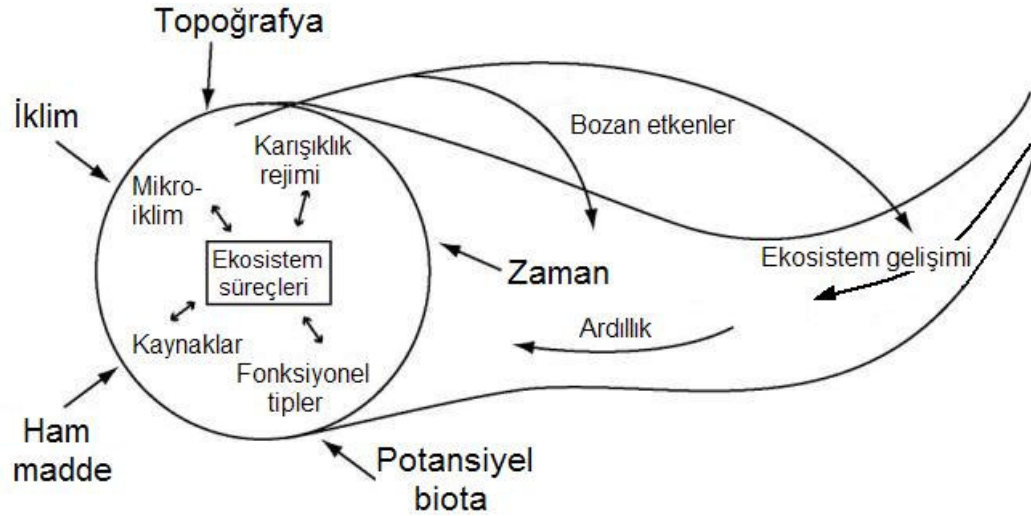
2.2. Ekosistem

Canlıların birbirleri ve çevreleriyle ilişkilerinin dinamik bir sistem oluşturduğu fikri, İngiliz Tansley'in 1935'te ortaya attığı ekosistem sözcüğü ile adını bulmuştur. Sosyal/kültürel sistemin, üzerinde yaşadığı doğal çevreyle karşılıklı ilişkilerini de içine alan daha büyük ve karmaşık sisteme *ekosistem* denilmektedir (Güvenç, 1994: 190).

Bir ekosistemin en önemli özellikleri, farklı unsurları arasındaki enerji akışıdır ve bu enerji kaynağı solar radyasyona kadar izlenebilmektedir. Bu, rüzgâr ve yağmur enerjisini ve fotosentezde bitkiler tarafından kullanılan enerjiyi sağlamaktadır. Fotosentez, hayvan popülasyonları için temel besin kaynağı olan bitki destek dokusunun oluşmasını sağlayan bir süreçtir. Çürüten bitki ve hayvan

kalıntıları toprakla birleşmekte ve bitkiler tarafından tekrar tutulup ayrıştırılmaktadır (Goudie, 1993: 225).

Ekosistem terimi, sistemdeki canlı ve cansızlar arasında materyal değişimine neden olan enerji akışı için, belirli bir alandaki, organizmaların fiziksel çevreyle etkileşimlerini kapsayan bir üniteyi tanımlamak için kullanılmaktadır (Tont, 2001: 12). Doğada çok çeşitli ekosistem örnekleri vardır. Örneğin, Beyşehir Gölü, İç Anadolu, Karadeniz, Kıbrıs, Kapıdağ Yarımadası, Borneo Adası, İzlanda gibi geniş alanları kaplayan birimler ekosistem sayıldıkları gibi; içinde bitkileri, salyangozu, balığıyla kendi kendine yeterli, ufak bir akvaryum da ekosistem örneğidir. Tüm ekosistemler buna rağmen aynı öğeleri ve işlevleri paylaşmaktadırlar (Kışlalıoğlu ve Berkes, 2003: 26).



Şekil 2.2: Durum faktörleri (dairenin dışında), etkileşimli kontroller (dairenin içinde) ve ekosistem süreçleri arasındaki ilişki. Daire güncel ekosistemin sınırını göstermektedir. Ekosistem özellikleri, uzun dönemli ekosistem gelişimi (geçmişteki göçler gibi) ve kısa dönemli sıra değişimine ait miraslarla tespit edilmektedir. Karışıklık ve diğer faktörler bazı yeni durumlara karşı sistemi zorlayabilir veya yeni bir sıra döngüsünü başlatabilir (Chapin III, Oswood, Cleve, Viereck ve Verbyla, 2006).

Modern ekosistemler (biyolojik tamamlayıcısıyla coğrafik olarak tanımlanmış fiziksel alan) jeolojik tarih boyunca var olmuş tüm ekosistemlerin sadece küçük bir parçası değildir. Paleoekolojik bakış açıları, organizmaların (bireylerin, popülasyonların ve komünitelerin) uzun zaman aralıklarında abiyotik ve biyotik faktörlere nasıl tepki verdiğini göz önüne alan ekolojinin genişletilmiş bir halidir. Modern ekosistemler eski ekosistemlerdeki tecrübelerin bir sonucudur; bu geçmiş ilişkilerin kavranması da günümüzü anlamamızı sağlamaktadır (Gastaldo, Savrda ve Lewis, 1996).

2.2.1. Ekosistemleri oluşturan öğeler

Çok farklı boyutlarda ekolojik üniteler tanımlanmıştır ve bir alan içinde her seviye bir sonraki daha alt birkaç seviyeyi kapsayarak iç içe bir hiyerarşide yerleşebilmektedir. Daha geniş, bölgesel üniteler; örneğin, âlemler, biyomlar tarihsel olaylarla tespit edilmektedir. Üniteyi tespit etmek için komünitede, türler arası etkileşimlerin de önemli bir rol oynadığı görülmektedir (Dodd ve Stanton, 1990: 324). Ekosistemin bir bütün olarak işleyişini incelemek için ekosistemin öğelerini tanımak gerekmektedir. Büyük ve küçük tüm ekosistemlerin öğeleri şunlardır:

- 1.Canlı Öğeler (Biyotik öğeler): Üreticiler, Tüketiciler, Ayrıştırıcılar
- 2.Cansız Öğeler (Abiyotik öğeler): İnorganik maddeler, Organik maddeler, Fiziksel koşullar (Kışlalıoğlu ve Berkes, 2003: 26).

2.2.1.1. Canlı Öğeler (Biyotik)

Tüm ekosistemlerde temel (birincil) üreticiler yeşil bitkilerden oluşmaktadır. Ayrıca bazı bakteri türleri de üreticilerden sayılmaktadır. Ancak bakterilerin başlıca üretici olarak katkıda buldukları ekosistem örnekleri nadirdir. Bütün biyolojik sistemler gibi, ekosistemler de açık sistemlerdir. Tüm ekosistemler için dış enerji

kaynağı güneştir. Ancak güneş ışığı enerjisi bu şekliyle ekosistemler tarafından kullanılamaz. Temel üreticiler olan yeşil bitkiler bu noktada devreye girer ve ışık enerjisini fotosentez yoluyla kimyasal enerjiye çevirirler. Böylece, güneşten gelen enerji karbonhidratlar ve diğer organik moleküller halinde bitkilerin bünyesinde birikir. Enerji ancak bu yeni şekliyle sistemin diğer canlı öğeleri tarafından kullanılır (Kışlalıoğlu ve Berkes, 2003: 27).

Tüketiciler hetotrof organizmalar olup, büyük çoğunluğu hayvan türlerinden oluşur ve genelde birincil ve ikincil tüketiciler olmak üzere iki gruba ayrılırlar. Otobur hayvanlardan oluşan birincil tüketiciler, enerji kaynağı olarak yeşil bitkilerin yapısında biriken organik maddeleri kullanırken, ikincil tüketiciler etobur hayvanlardan oluşur ve yaşamlarını birincil tüketicileri yiyerek sürdürürler. Ekosistemlerde tüketiciler büyük çoğunlukla hayvan türlerinden oluşmaktadır. (Yücel, 1999: 88). Bazı ekosistemlerde küçük etçil hayvanlarla beslenen yırtıcı hayvanlara da üçüncül tüketiciler denmektedir (Kışlalıoğlu ve Berkes, 2003: 27).

Ayrıştırıcılar her ekosistemin çok önemli bir öğesini oluştururlar ve genellikle bakteri ve mantar türlerinden oluşmaktadırlar. Ayrıştırıcı organizmaların ekosistemdeki görevi, canlı dokularında biriken çeşitli kimyasal maddeleri yeniden canlılar tarafından kullanılabilir hale getirmektir. Ayrıştırıcı organizmalar ölen bitki ve hayvan dokularını parçalayarak yaşamlarını sürdürmektedir ve bu işlemden elde ettikleri enerjiyi kendi yaşam işlevleri için kullanmaktadırlar. Ölü hayvan ve bitki dokularını ayrıştırma işlemi arasında ise, protoplazmada birikmiş çeşitli kimyasal maddeler, canlılar tarafından yeniden kullanılmak üzere ortama eklenmektedir (Kışlalıoğlu ve Berkes, 2003: 28).

2.2.1.2. Cansız Öğeler (Abiyotik)

Abiyotik etkiler; su, ışık (özellikle fotosentez ve bazı bitki pigmentlerinin sentezi için), sıcaklık, atmosferik gazlar, kimyasal solüsyonlar, rüzgâr ve su akıntıları, yerçekimi ve basınçtır. Organizmalar bu parametrelerin her biri için bir dayanıklılık alanı içinde yaşayabilirler. Organizmalar sadece minimum gereksinimlere sahip değildir ayrıca bu faktörlerin herhangi biri için maksimum bir dayanıklılığa sahiptir (Gastaldo, Savrda ve Lewis, 1996).

Her organizma, kendi evrimsel tarih süreci içinde, belli koşullara uyum sağlamıştır. Bu koşulların karşılandığı durumlarda en başarılı olmaktadır. Organizmalar, uyum yaptıkları koşullardaki belli miktardaki değişikliklere dayanıklılık gösterebilirler. Ancak her organizmanın dayanıklılık derecesi değişiktir. Dayanıklılık derecesi yüksek olan organizma türleri ekosferde çok geniş alanlara yayılmışlardır. Buna karşın, koşulların değişimin az dayanıklılık gösteren bir organizmanın ekosferdeki dağılımı, bu koşulların karşılandığı bölgelerle kısıtlanmıştır. Ekosistemlerde birçok abiyotik öge tek tek değil, birlikte etkindir. Örneğin ışık miktarının mevsimsel değişimi ısı, nem, yağış gibi fiziksel parametreler bir arada “iklim” bileşimini oluştururlar (Kışlalıoğlu ve Berkes, 2003: 29).

2.3. Ekolojik Niş ve Habitat

Bir organizma veya organizmanın komünitesinin yaşadığı yere *habitat* denmektedir (Goudie, 1993: 230). Organizmanın adaptasyonu, fizyolojik tepkileri kalıtsal ya da öğrenilerek elde ettiği özel davranışlarından doğan, komünite ya da ekosistemdeki halidir. Bir organizmanın ekolojik niş'i yaşadığı çevrede yaptığı işe bağlıdır. Habitat bir organizmanın adresi, *niş* ise işidir, denilebilir (Kışlalıoğlu ve Berkes, 2003: 221).

Bir habitat bitkilerin büyümesini etkileyen, çeşitli çevresel koşullar veya faktörlere sahiptir. Bu koşullarla baş etmek amacıyla, bitkiler zamanla seçici evrim tarafından fizyolojik ve morfolojik adaptasyonlar geliştirmiş olabilirler. Bitkilerin özel ortamlarda yaşamasına izin veren böyle adaptasyonlar yararlıdır; ama bir bitki, sadece bir ortamdaki faktörlere karşı koyabilecek şekilde özelleşerek değişen faktörlere adapte olabilmeye yeteneğini kaybedebilir. Aşırı özelleşme neslin tükenmesinde ilk basamak olabilmektedir. Örneğin, iklim, toprak, bitki örtüsü gibi faktörleri etkileyen çevresel bir faktördür. Özellikle iklim ve jeolojik faktörler bağımsız olma, oysa toprak, bitki örtüsü ve hayvanlar ise onlara bağımlı olma eğilimindedir (Goudie, 1993: 230).

Su da -besinlere taşınması nedeniyle- bir habitat için çok önemli bir faktördür. Fotosentezin ham materyalidir, bir bitki içindeki kimyasal reaksiyonlar için gereklidir. Bitki kütlelerinin büyük bir kısmını oluşturmakta ve göreceli olarak ılıman bir toprak iklimini sürdürmeye yardımcı olmaktadır (Goudie, 1993: 230).

2.4. Komünite

Kuzey Denizi istiridye yatağının biyosönozun Möbius (1877) tarafından tanımlanması komünite kavramının tartışılmasında önemli bir başlangıç noktası sağlamıştır. Möbius istiridye yataklarının üretkenliğindeki dalgalanmaları anlamaya çalışmıştır. Möbius'un en önemli katkısı, toplam biyota ve fiziksel ortamın bir ünite olarak (günümüzdeki terminolojide *ekosistem*) dikkate alınması gerektiğini fark etmesidir çünkü ekosistemin çeşitli unsurları birbirlerini fazlasıyla etkilemektedir (Dodd ve Stanton, 1990: 325).

Komünite, herhangi bir zamanda ve herhangi bir yerde yaşayan tüm hayvan ve bitki popülasyonları olarak tanımlanmaktadır (Andrews, 1996: 258). Komünitelerin farklı üyeleri arasındaki etkileşimin üç tipi tanımlanabilmektedir. İlki, az bulunan çevresel bir kaynak için yarışan bitki ve hayvanların *rekabetidir*. Bu etkileşim tiplerinin ikincisi, aynı çevresel kaynakları talep etmesinden ziyade farklı nişleri işgal ederek birlikte var olan bir diğerinin *tamamlayıcısı* türlerdir. Bu, bir ormandaki bitki örtüsünün tabakalaşmasında iyi görülmektedir. Örneğin, alt tabakada meydana gelen, daha uzun türler tarafından gölgede kalarak yaşamını sürdüren bitkiler gibi. Etkileşimin üçüncü kategorisi *bağımlılıktır*. Burada bir tür sadece diğerinin varlığıyla meydana gelebilmektedir, her ikisi de birbirine fiziksel destek veya besin sağlamaktadır (Goudie, 1993: 234)

Bir bitki komünitesi içinde bazı türler *dominanttır*. Bunlar daha çok alanda yayılım gösteren, daha çok besin absorbe eden ve biyokütleyle diğerlerinden daha çok katkıda bulunan bitkilerdir (Goudie, 1993: 235).

Komünite biyolojik sürekli diziyi alt bölümlere ayırmak için geliştirilen istatistiksel yapılarıdır. Karakteristik olarak yeniden meydana gelen organizmaların biyolojik olarak birbirine dayanmasından ziyade fiziksel-çevresel ortak toleranslar ve tercihlerle ilişkilendirilmiştir (Dodd ve Stanton, 1990: 324).

2.5. Popülasyon

Belli bir bölgede belli bir zaman içinde yaşayan ve karşılıklı ilişkiler içinde bulunan aynı türe ait bireylerin oluşturduğu topluluğa *popülasyon* denmektedir. Popülasyonlar arası ilişki, coğrafik veya topoğrafik etkilerle engellenmesi sonucu bazı farklı özellikler gelişerek *coğrafik popülasyonlar* oluşmaktadır. Popülasyonda

bulunan bireylerin sayısal durumu, genetiksel ve ekolojik özellikleri popülasyonun yapısal özellikleri olup, bireylerin dağılış şekli, yoğunluğu, yaş dağılımı, seks oranı, büyüklüğü, genetiksel çeşitliliği ve bolluk değışimleri, bir popülasyonun yapısında etkili olan başlıca özelliklerdir (Yücel, 1999: 86).

2.6. Popülasyonu Etkileyen Tarihi Faktörler

Dünya'nın geçmişindeki olayları anlamak, onun günümüze yansıyan etkilerini görmemiz açısından önemlidir. Canlı varlıkların yaşamlarının en az bir döneminde onları etkileyen fiziksel, kimyasal veya biyolojik çevre elemanlarının her birine *ekolojik faktör* denir. Ekolojik faktörler; iklimsel faktörler (ışık, sıcaklık, basınç, rüzgâr, nem ve yağış), fizyografik faktörler (enlem, boylam, yükselti, bakı, yeryüzü şekli vb.), edafik faktörler (toprak özellikleri) ve biyotik faktörler (bitki, hayvan, insan, mikroorganizmalar) diye ayrılmaktadır (Yücel, 1999: 88).

Kıta hareketleri, iklim ve doğal seçilim popülasyonları etkileyen faktörler arasındadır. Wegener (1915) kıtaların hareket edebildiğini ileri sürene dek kıtalar arasındaki organizmaların uzun mesafeler boyunca dağılımları biyologlar tarafından açıklanamamıştır. Bu iddia, jeomanyetik ölçümlerle doğrulanıncaya kadar jeologlar tarafından reddedilmiştir. Kıtaların göçüyle bağlantılı olarak Dünya kabuğundaki tektonik plakaların hareketi jeologlar ve biyologları uzlaştırmıştır. Kıta hareketleri sonucunda bitki ve hayvan âlemlerinde büyük evrimsel gelişmeler meydana gelmiş, popülasyonlar ayrılmış ya da birleşmiştir. Karasal alanlar iklimsel kuşaklar karşısında hareket etmiştir. Büyük organizma gruplarının dağılımları kara parçalarının hareketiyle birlikte anlaşılmaya başlanmıştır (Begon, Harper ve Townsend, 1996: 9).

Karasal ortamlarda sıcaklık özellikle enlem derecelerine bağlı olarak önemli farklılıklar göstermektedir. Toprak sıcaklığı; bölgenin güneşlilik durumuna, bitki örtüsüne, rengine, su içeriğine, fiziksel ve kimyasal özelliklerine ve hava hareketlerine göre değişiklik göstermektedir. Sucul ortamlarda ise, bölge, mevsimler ve ortam tipleri sıcaklık değişiminde önemli rol oynamaktadır. Canlılar -200°C ile $+100^{\circ}\text{C}$ arasında yaşayabilmekle birlikte, genelde hayatsal faaliyetlerini 0°C ile 50°C arasında sürdürürler. Ancak her organizmanın sıcaklığa karşı olan toleransı farklıdır. Canlıların yeryüzündeki dağılışı ile yıllık sıcaklık arasında yakın ilgi bulunur ve kendileri için en uygun bölgelerde toplanırlar. Uygun olmayan sıcak dönemleri canlılar *uyku durumunda* geçirir veya bir başka bölgeye *göç* ederler (Yücel, 1999: 89).

İklimsel değişiklikler kıtaların hareketinden daha kısa ölçekli zamanlarda meydana gelmektedir. Günümüzdeki birçok tür dağılımının, geçmiş iklimsel sapmalardan bir düzelmedeki aşamaları betimlediği görülmektedir. Özellikle Pleistosen buzul-çağları, iklimdeki tarihi değişikliklerle etkilenen dağılımlardan sorumludur (Begon, Harper ve Townsend, 1996: 9).

Son jeolojik zamanda dünya, sadece dağ oluşumu ve onun diğer hareketleriyle değil, iklimdeki değişimlerin bir sonucu olarak gittikçe hareketlenmiştir. İklimsel salınımlar, muhtemelen dünya tarihinde birkaç milyon yıl boyunca sert olmuştur. Bu da, birçok açıdan primat evrimini etkilemiştir. İklimsel çeşitlilik, nehir vadileri ve göl havzaları gibi önemli habitatları değiştirmektedir. Kıtaların genişlemesi ve daralması ile ormanların, otlakların, çöllerin oluşmasına neden olmaktadır. Ayrıca okyanusları değiştirmektedir. Deniz seviyesinde artış ve düşüşe yol açarak kıtasal sığıkları kuru alanlar olarak açığa çıkarmaktadır. İklimler,

son büyük Buzul Dönemiyle insan evrimine zemin hazırlamıştır (Roberts, 1992: 174).

İklimsel değişikliğin, özellikle yerel çevreyi yeniden biçimlendirerek, evrimsel değişikliğe önemli bir katkıda bulunduğu yaygın bir kanıdır. Bir zamanlar kesintisiz olan orman örtüsü, soğuk ya da kuru iklim nedeniyle parçalı bir biçimde bölünerek genetik olarak birbirinden yalıtılmış topluluklar yaratabilir. Aynı şekilde açık alanlarda, yağışlı iklimlerdeki ormanlık yörelerle bölünerek yalıtılmış topluluklara, dolayısıyla da genetik başkalaşıma yol açabilir. Bu tür çevresel değişiklikler toplulukların uyum sağlamaya zaman bulamayacağı denli çabuk olursa, türlerin yok olması, türleşme olgusundan daha büyük bir olasılıktır (Lewin, 2000: 144).

İnsan evriminde iklimin etkilerinin daha düzenli analizler Vrba (1980,1985a, b, 1988) tarafından yapılmıştır. Vrba, ilk olarak, Afrikalı bovid türleşmesi ve derin deniz sondaj projelerinden alınan oksijen izotop eğrileriyle gösterilen iklimsel değişimin şekli arasında bir ilişki olduğunu göstermiştir. Türleşme patlamaları, özellikle yaklaşık 2.0 ile 2.4 milyon yıl öncesi arasını kapsayan bir zaman periyodunda sıcaklıkta belirgin bir sapma olduğunda meydana gelmektedir. İkinci olarak, *Homo* cinsinin (ve *Homo sapiens* türünün) ortaya çıkması ve bovidler içindeki türleşme arasındaki zamanlamada büyük bir benzerlik olduğu görülmektedir. Bu nedenle, hominid evrimi ve iklim arasında dolaylı bir ilişki vardır. Bu analizden Vrba farklı habitatlar ve farklı türler arasındaki bağlantıyı göstermektedir: sıcaklıkta, yağış miktarında ve bitkilerdeki yaygın bir değişim, hominid fenotiplerinin evrimine neden olmaktadır (Foley, 1994: 275-276).

2.6.1. Doğal Seçilim

Genetik farklılığa sahip bireylerin bir bölümü çevre koşullarına uyum sağlayarak diğerlerine göre daha iyi gelişirken, uyum gösteremeyen bireyler iyi gelişemez ve diğerleriyle rekabet edemeyerek *doğal seçim* sonucu bölgeden kaybolurlar (Yücel, 1999: 86).

Doğal seçim Darwinci kuramın en önemli kavramıdır; en uygun olanlar hayatta kalmaktadır ve yararlı niteliklerini topluluklara yaymaktadır. Doğal seçim Spencer'in ifadesiyle "en uygun olanın hayatta kalması" olarak tanımlanmaktadır (Gould, 2003: 26). Darwin (2002: 71) canlıların yeryüzüne yayılımları ve göçleri süresince çok değişik koşullarla (iklim gibi) karşı karşıya geldiklerini ileri sürmüştür. Yine insanın atalarının da diğer hayvanlar gibi varlıklarını korumak için dövüşmek zorunda kaldığını ve Doğal Seçilimin katı yasaasının etkisine uğradıklarını savunmuştur. Yararlı olan her tür değişiklik, böylece, sıra dışı rastlantı olarak ya da olağan olarak korunmuştur; zararlı olanlar elenmiştir.

Doğal seçim ilkesi şöyle özetlenebilir:

- Bir türün bireyleri arasında boy, kilo, renk gibi genetik farklılıkların yanı sıra, örneğin zehirli maddelere direnç derecesi de bireyler arasında değişikliklere neden olmaktadır.
- Her popülasyonun belli bir artış potansiyeli olmasına rağmen doğadaki popülasyonların birey sayıları uzun vadede sürekli olarak artmaz.
- Çevrenin belli bir taşıma gücü olduğu için, bir popülasyonun bireyleri arasında yaşam için savaş (popülasyon içi rekabet) ortaya çıkmaktadır.

- Belli çevre koşullarına en iyi uyum sağlayabilmiş bireyler, bu yaşam savaşından galip çıkmaktadır.
- Yaşamlarını sürdürebilen bireyler, kendi başarılarını sağlayan genetik özellikleri yavrularına aktarmaktadırlar (Kışlalıoğlu ve Berkes, 2003: 235).

2.7. İnsan Ekolojisi

Richerson, Mulder ve Vila (1996) insan ekolojisini, insan davranışlarının sistematik olarak anlaşılmasını amaçlayan çalışmaların sentetik bir zemini olarak tanımlamışlardır. Onlara göre, insan davranışlarının anlaşılmasındaki temel problem, şüphesiz sosyal bilim disiplinlerinin hepsi ve biyolojinin çoğu tarafından paylaşılmaktadır. Geleneksel disiplinlerdeki birçok sosyal bilim adamları ve biyologlar insan ekolojisi yaklaşımını benimsemiştir. İnsan ekolojisi çalışan bilim adamları üç düşüncede birleşmişlerdir: (1) insan ekolojisi onların çevreleriyle önemlidir, (2) insan davranışlarını anlamak şüphesiz ara-disiplinle ilgili bir girişimdir, (3) ekoloji ve evrimsel biyolojinin genel alanlarıyla ilgili teoriler insanların özel durumlarının incelemesi için önemlidir.

Alpagut'a göre (1982: 16) insan türünün ekoloji açısından iki sistemi vardır: insan (birey, grup, toplum) ve çevresi (doğal ve yapay). Bu iki sistem arasında üçüncü bir sistem vardır ki, o da insanla çevresi arasındaki ilişkilere oluşmaktadır. İnsan ekolojisinin ilgilendiği alanların başında kuşkusuz insan evrimini inceleyen Paleoantropoloji ve yaşayan insan toplumlarının antropolojik özelliklerini inceleyen Fizik Antropoloji gelmektedir.

İnsan ekolojisi ya da kültürel ekoloji insanları içeren ekosistemleri incelemektedir ve insanın “doğayı kullanımının toplumsal örgütlenme ve kültürel

değerlerden nasıl etkilendiği üzerinde odaklaşır” (Bennett, 1969: 10-11). Paleokoloji geçmişin ekosistemlerine bakmaktadır. Geçmiş ya da günümüz toplumlarını incelerken ekolojik yaklaşım nüfus, kültürel olarak biçimlendirilmiş gereksinim ve istekler, işbölümü, teknoloji, üretim yöntemlerini ve doğal kaynakların onları gereksinenler ve kullananlar arasında nasıl paylaştırıldığını incelemektedir (Kottak, 2002: 12).

Alpagut’a göre (1982: 16) insan ekolojisi öteki canlı türlerin ekolojisinden farklı olarak yalnızca doğa bilimlerinden (jeoloji, zooloji, botanik, mineraloji, klimatoloji, fizik, kimya v.b.) değil aynı zamanda toplum bilimlerinin ve ilgili alanların (sosyoloji, psikoloji, lengüistik, hukuk v.b.) yöntemlerinden ve verilerinden yararlanmak durumundadır. Buna göre, insan ekolojisi alanında yapılan çalışmalar disiplinler arası araştırmalar biçiminde olacaktır.

İnsanlar diğer organizmalarla çok yakından etkileşmektedir, bu yüzden ziraat ile zooloji disiplinleri bazen kullanılmaktadır. Evrimsel biyoloji gibi bazı disiplinler teori gelişiminde uzmanlaşmıştır. Antropolojide gözlem, psikolojide laboratuvar deneyciliği, sosyoloji ve siyasal bilimde yüzey araştırmaları gibi diğerleri belirli önemli deneysel araçlarla uzmanlaşmıştır. Hala tarih, arkeoloji, paleontoloji gibi diğer uzmanlaşmış disiplinler uzun süreli gözlemlere bağlıdır. İnsanlar çevreleriyle etkileştiğinden beri, çevreyi gibi fiziksel/kimyasal yönden inceleyen klimatoloji, hidroloji ve topoğrafya gibi disiplinler de bazı soruları cevaplamak için önemlidir (Richerson, Mulder ve Vila, 1996).

Paleoantropoloji, primat takımının zekâca en üstün üyesi olan insanın kökenini, farklılaşma sorunlarını, yani insan evrimini, yer ve zaman içinde, doğa ile

ilişkileri açısından araştırmaktadır. İnsanın evrim çizgisinin Senozoyik dönemde öteki primatların evrim çizgisinden belli bir noktada neden ayrıldığı, bulunan eski insan fosillerinin sınıflandırılmasıyla insan evriminde ortaya çıkan morfolojik değişimlerin üzerindeki geçmiş zamana ait çevre etkilerinin araştırılması konularını da insan Paleoekolojisi bilim dalı incelemektedir (Alpagut, 1982: 17).

Ekologlar fosil kaydı hiçe sayarak türlerin adaptasyonları ve etkileşimlerini çok miktarda belgelemektedir ama bunları türlerin evrimsel tarihinde gözden geçiremezler. Paleoekologlar ise evrimsel tarih üzerine pek çok veriye sahip olmalarına rağmen fiziksel ve davranışsal adaptasyonlar üzerine az miktarda tamamlayıcı veriye sahiptirler. Biyolojik ayrıntı etkisini uzun-dönemli verilerle tamamlayabildiği için bu iki bilim alanı etkileşim içerisinde olmalıdır (Shipman, 1981; Hunter, 1998).

BÖLÜM III

PALEOEKOLOJİ

Bu bölümde paleoekoloji tanımlanacak ve paleoekolojinin diğer disiplinlerle ilişkileri, amaçları, bölümleri, paleoekolojide kullanılan veri kaynakları ve çalışma metotları işlenecektir.

3.1. Paleoekoloji

Paleoekoloji, fosil organizmalar ile onların sınırlı fiziksel çevreleriyle kendileri arasındaki ilişkiyi çalışan, geçmiş çevreleri analiz eden bir yaklaşımdır (Lawrence, 1968; Newton ve Laporte, 1989; Andrews, 1995b; Gifford, 1994). Paleoekoloji, fosil organizmaların yaşadıkları habitatları, organizma gruplarının etkileşimlerini, çökeller arasındaki ilişkileri, bitkileri ve hayvanları tanımlamaktadır (Newton ve Laporte, 1989: 2). Andrews (1992a: 191) paleoekolojinin, birçok yönden ekolojiyle aynı şekilde çalıştığını, ancak çok farklı bilgi kaynakları kullandığını vurgulamaktadır. Yaşayan hayvanlar ve onların çevreleriyle ilişkileri doğrudan çalışılabilir ama fosil hayvanlarındaki dolaylı delillerden çıkarılmak zorundadır.

Bir yer ve zamanda ortaya çıkmış bitki ve hayvanların yaşayan tüm popülasyonları anlamında kullanılan -çevreyle ilişkili olan- *komünite*, *ekosistem* olarak ifade edilmektedir. Geçmiş komünitelerin bütünü tanımlamak zordur çünkü geçmiş komüniteleri oluşturan popülasyonların birçoğu, tafonomik değişimler yüzünden fosil kayıta korunamamıştır. Paleoekolojik rekonstrüksiyonlar için yapılan çalışmalarda, bilinen bazı parçalar komünitelerin bütünü bir temsilcisi olarak kabul edilerek geçmişteki ekosistemler hakkında çıkarımlar yapılmaktadır. Bu

varsayım, paleoekolojik rekonstrüksiyonla ilgili tüm çabaların temelini oluşturmaktadır. Araştırma için uygun olan geçmiş komünitelerin boyut ve yapısına bağlı olarak analiz metotları çeşitlendirilebilir (Andrews, 1995b: 60).

Geçmiş ekosistemler, günümüzdekilerle karşılaştırılarak yorumlanmaktadır ama geçmiş ekosistemlerin günümüzde her zaman benzerleri yoktur. Bunların doğru olarak anlaşılması için daha gelişmiş analiz metotları gerekmektedir. Fosil hayvanlar ve onların varsayılan yaşayan karşıtları arasındaki basit taksonomik karşılaştırmalar, günümüzdekinden farklı olan geçmiş ekosistemlerin yorumlanmasında yeterli değildir. Bu, işlevsel morfolojik ve ekolojik çeşitliliğin karşılaştırılmasıyla doğrulanmaktadır. Burada ekosistemlerde karşılaştırılabilirlik varsayımının güvenilir olup olmadığı sorgulanmaktadır ama eğer güvenilen hiçbir sonuç yoksa bu metotlar olsa olsa geçmiş ekosistemlerin yapısının kısmen anlaşılmasını sağlayabilmektedir (Andrews, 1995b: 60).

3.1.1. Çevresel Stratigrafi ve Paleoekoloji

Newton ve Laporte'e göre (1989: 2) eski çevreler ve içinde yaşayan organizmaları anlamak için iki yaklaşım vardır. İlki olan *çevresel stratigrafi*, sedimantolojiden teknikler kullanarak fosil fauna ve floranın yaşam alışkanlıkları anlayarak, eski tortul çevrelerin dinamiklerini yorumlamaya çalışmaktadır. Çevresel stratigrafinin esas amacı, fiziksel, kimyasal ve biyolojik yönlerden ilk çökelme habitatını tanımlamaktır. Çok önemli birçok çevresel değişkenin tortul kayalarda doğrudan gözlenememesi nedeniyle çevresel rekonstrüksiyonlarda -sıcaklık, tuzluluk ve akıntı hızı gibi- diğer faktörler kullanılmak zorundadır. Bu gözlenebilir faktörlerin en önemlileri tane boyutu ve düzeni, birincil yapılar, jeokimya ve fosillerdir. Değişen modern çevrelerdeki bu faktörleri bilmemiz bu habitatların eski karşılıklarını

tanımamıza imkân vermektedir. *Paleoekoloji*, tam anlamıyla çevresel tanımlama ve sınıflandırmadan daha çok fosil organizmaların etkileşimleriyle ilgili olduğu için çevresel stratigrafiden ayrılmaktadır.

Fosil topluluklar ve tortul tabaka ile gösterilen jeolojik uzun zaman aralıkları, paleoekolojinin modern ekolojiyle basit bir şekilde yorumlanamayacağını düşündürmektedir. Fosil komüniteler veya ilişkilerinin sürekliliği, çoğunlukla milyonlarca yıl ile ölçülebilmektedir. O yüzden, kayıtlarda gözlenen fosil dağılımları ve çokluğunun daha uzun süreli şekillerine, birkaç ay veya yıl süren deneylere dayanan ekolojik prensipler uygulanamamaktadır. Kısa zaman aralıklarında meydana gelen olaylar -bireylerin doğum ve ölümleri, popülasyon içindeki sosyal etkileşimler, hatta popülasyondan içeriye ve dışarıya göç- fosil kayıtlarında çok kuşkulu olarak kaydedilmektedir (Newton ve Laporte, 1989: 3).

Zamansal bir hiyerarşi üzerinde işlediği için ekolojik ve paleoekolojik süreçleri gözden geçirmek gerekmektedir. Organizmalar farklı ekolojik baskılarla, ölüm ve doğumla karşılaşmaktadır. Birçok denizel omurgasız için bu olaylar günler ile yıllar arasındaki zaman ölçeklerinde meydana gelmektedir. Ekolojik ardılık olgusu ise on yıl ile yüzyıllık zaman ölçeklerinde işlemektedir. Örneğin, biri Kaliforniya'da bir yangınla gözlenebilir, çimenler bir alanın sürekli kolonileridir. Birkaç yıl içinde, küçük ağaçlar alçak bir ormanı ve çalılık topoğrafisini oluşturacaktır, er geç bunlar selvi ağaçlarının geniş bir gölgeliğini takip edecektir. Böyle bir sürecin tamamlanması yüzyılları gerektirmektedir. Elbette, ekolojik ardılık, pek çok açıdan çevresel bozulmalarla çok sık engelleniyorsa-tekrar eden yangınlar gibi- bahsedilen aşamaya asla erişemez (Newton ve Laporte, 1989: 5).

Paleoekoloji yaşamın tarihi ve evrimiyle ilgili olan *paleontolojiye* doğrudan bağlanmaktadır. Paleontologlar, fosil kaydını analiz ederek, geçmişte yaşamış çeşitli hayvan ve bitkilerin sadece tanımlamasından daha fazlasını aramaktadırlar; ayrıca ekolojisiyle ilgili olan fosil organizmaların boyutu ve şeklinin nasıl olduğunu da bilmek istemektedirler. Fosil organizmaları ekolojik açıdan konumlandırmak için organik evrimin dinamiklerini anlamak, paleontologlar için dönüm noktasıdır (Newton ve Laporte, 1989: 6).

Çevresel stratigrafi, sadece eski karalar ve denizlerin dağılımları hakkında bilgi sağlamakla kalmayıp, bu çevrelerin yapısını tam olarak belgelediği için eski çevrelerin (kıta-okyanus ilişkilerini içeren) mekâna ait biçimlerinin çalışılması olan *paleocoğrafya*'ya doğrudan bağlanmaktadır (Newton ve Laporte, 1989: 7).

3.2. Paleoekolojinin Amaçları

Paleoekoloji, ekoloji gibi biyolojik karşılıklı ilişkileri çalışsa da, birçok araştırmacı fosil kaydın doğası nedeniyle paleoekolojinin kendi sahası ve çalışma metotlarına sahip olduğunu vurgulamıştır. Paleoekolojinin temel görevi, fosil kayıta halen ulaşılabilir olan ne çeşit biyolojik bağıntılar olduğunu ve bu bağıntıları çalışmanın ne anlama geldiğini (Gifford, 1981: 383) yani meydana gelen evrimsel değişikliklerin içeriğini sağlamaktır. Andrews'e göre (1995b: 59) zaman içerisindeki evrimsel değişikliğin değişen dünyada önemli bir yeri vardır ve herhangi bir türleşme olayının çevresel bir değişikliğin sonucunda mı yoksa başka faktörler yüzünden mi oluştuğu sorgulanmaktadır.

Andrews (1996: 258) paleoekolojik çalışmalarda birkaç amaç olduğunu ileri sürmüştür. Bunlardan birincisi, iklimsel değişiklikleri belgelemeye çalışmaktır.

İkincisi, evrimsel değişimi, spesifik ve önceden bilinen iklimsel değişimle ilişkilendirmektir. Üçüncü hedef, belirli bir fosil lokalitesinin eski çevresini anlamaya çalışmaktır. Dördüncüsü, modern karşılığı olmayan bazı geçmiş ekosistemlerin önceki varsayımlarla beraber, zaman içerisindeki ekolojik veya çevresel değişimine delil aramaktır. Beşincisi ve özellikle insan eski çevreleriyle ilişkili olanı, eski insan davranışlarının bazı ekolojik sonuçlarının, insanların eski ekosistemlerle ilişkilerini değerlendirmek için kullanılabilmesidir. Son olarak, eski çevresel analizler filogenetik dizilere dayandırılabilir, örneğin ekolojik değişim ile evrimsel değişimi ilişkilendirmek amacı ile hominoid primatlar kullanılmaktadır.

Andrews'a göre (1995b: 59) Darwinci düşünce, çevresel değişiklikle türleşmeyi bağlama eğilimindedir. Birtakım organizmaların evrim analizindeki ilk aşamalar, karakter dağılımlarına dayanan filogenetik hipotezlere yol açmaktadır. Bir filojenez aracılığıyla karakter değişimlerinin tanımlanması, böyle değişimlerin altını çizse de tarihsel süreç hakkında bilgi vermemekte, sadece meydana geldiklerini belirtmektedir. Tarihsel süreç analizi, fosil organizmaların çevreleri ve geçmiş ekolojileri ile etkileşimlerini anlamaya çalışmaktadır. Paleoekolojik çalışma, bitki ve hayvan sistematiki çalışmalarının tamamlayıcısıdır.

Paleoekologlar ekosistemdeki ilişkiler ağını çözmeye çalışmaktadır. Tek bir türü veya aynı alanda yaşayan bir hayvan türünün karmaşıklığını çalışmak yeterli değildir. Hatta, araştırmalar jeomorfoloji, iklim ve bitki örtüsünün yaşayan bir ekosistem üzerindeki etkilerini göstermektedir. İdeal durumda, paleoekoloji, yaşayan komünitelerin muazzam karmaşıklığı nedeniyle kendi kendilerine çalışılması zor olan modern komünitelerinkine olası olarak yakın bir ayrışma seviyesi elde etmelidir. Eski komünitelerin ekolojisinin çalışılması daha zordur, çünkü veri sadece fosil

kayıttan gelmektedir. Bu nedenle, fosil kaydın tabiatında var olan değişimleri tanımlamak önemlidir (Shipman, 1981: 3).

3.3. Paleoekolojideki Bilgi Kaynakları

Andrews' göre (1992a: 191) paleoekoloğlara göre kullanılabilir deliller, yaşıyan ekosistemleri etkileyen birçok faktörden sadece birkaçıdır. İklim, ekolojik sistemlerdeki belki de en baskın etkidir ama birçok paleoekolojik betimleme için, çok geniş dönemler dışında, en bilinmeyendir. Bir gölün dibindeki tortullardan alınan sürekli bir özdeki (core) polen fosilleri bazen günümüzdeki bitkilerin dağılımlarıyla analog olarak gösterilen sıcaklıkları doğrulamaktadır. Yağış değişiklikleri de nehir ve göllerin genişlemesi veya daralmasından çıkarılmaktadır. Bununla birlikte, geçmişteki iklim üzerine bilgiler genellikle küresel veya kıtasal bir ölçek üzerinde analizle sınırlanmıştır. Az miktarda bilgi, toprak yığınları ve nehirlerden elde edilebilir ama bu, genellikle sınırlıdır ve bölgesel topoğrafya veya onun mikro-iklim üzerine etkilerinin hiçbir genel betimlemesini sağlamamaktadır.

Bitkiler, ya polen formunda ya da meyve ve yaprak kalıntılarıyla paleoekolojide değerli bir bilgi kaynağı sağlamaktadırlar. Birçok bitkinin ekolojik olarak sınırlı alanlarda olması nedeniyle, fosil bitkilerin tanımlanması, yaşıyan türlerle karşılaştırılması, onların habitatlarının yapısı ve karmaşıklığı hakkında pek çok bilgi vermektedir. Örneğin, fosil ağaçların tür çeşitliliği ve olası sayvan yapısı bize ormanın karmaşıklığı ve onun paleoekolojisi hakkında birçok şey söylemektedir. Bitki kalıntılarının, asıl habitatlarından rüzgâr ve suyla başka yerlere taşınması ve bitkilerin bazı kısımlarının iyi fosilleşmemesi nedeniyle paleobotanikle ilgili delilleri yorumlamak problemlidir (Andrews, 1992a: 191).

Fosil hayvanlar da, fosil bitkiler gibi paleoekolojik bilgiler sağlamaktadır. Ölü topluluktaki hayvanların yaşayan komüniteleri temsil edememesinin nedeni, birçok tafonomik faktörün -bunlar fosillerin korunmasıyla ilişkilidir- bir fosil hayvan topluluğunun bileşimini değiştirmesidir (Kemikler; leşçillik, hava şartlarının etkisi ve aşınmayla değişebilir). Daha sonraki değişiklikler fosilleşme esnasında ve hatta kazılarda meydana gelebilir. Bu yüzden kazılardan elde edilen fosil kemik topluluğundaki türler bir zamanlar yaşamış hayvan komünitelerinin çok bozulmuş bir resmini verebilir. Bununla birlikte, her paleoekolojik çalışma, bu geçmiş komüniteleri betimlemeye çalışmaktadır. Böyle bozulmaların tanımlanması ve karşılaştırılması tafonomiyi konunun önemli bir parçası yapmaktadır (Andrews, 1992a: 191).

Andrews'a göre (1992a: 191) iklimdeki değişimler veya diğer koşullar özel bir türde, komünitede veya bir bütün olarak faunada kendini gösteren faunal değişimlere neden olmaktadır. Fosillerden elde edilen bilgiler böyle değişiklikleri kaydetmek için yeterli olduğu zaman, paleoekoloji, yaşayan komünitelerin ekolojisini çalışanların elde edemeyeceği etkili bir araç sağlamaktadır.

Olson (1952: 181), nesli tükenmiş faunaların, yaşayan faunalardan farklı olduğunu çünkü onların bir zaman unsuru kapsadığını iddia etmiştir. Zaman boyunca süreklilik faktörü ortaya çıktığında fauna terimi karışıklığa neden olabilir. Bu nedenle zamanın önemli bir faktör olduğu faunal üniteleri ayırmak için *kronofauna* terimi ileri sürülmüştür. Bir kronofauna, temel yapısını jeolojik olarak belirli bir zaman boyunca sürdüren, birbirini etkileyen hayvan popülasyonlarındaki topluluklardır. Birçok evrimsel çalışma ve geçmişteki çevrelerin yorumlanmasında

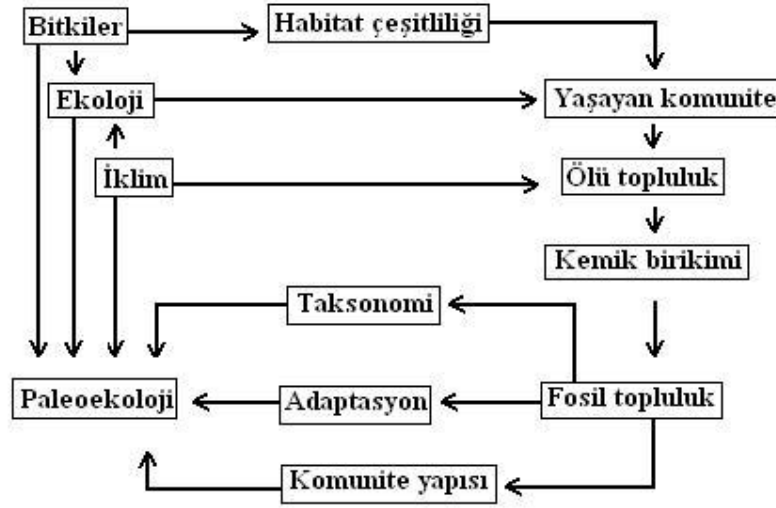
önemli bir rol oynayan biyolojik ve fiziksel çevre, muhakkak bir kronofauna analizi içermektedir.

Nesli tükenen faunaların ekolojisini tanımlayan en basit metot, onları yaşayan özdeşleriyle karşılaştırmak, günümüzdeki türleri tanımlamak ve yaşayan türlerin ekolojisiyle analog olan fosillerin ekolojisini ortaya çıkarmaktır. Bu metot, pek çok hata kaynağına açıktır, çünkü ekolojik olarak hayvanlar bitkilerden daha çeşitlidir, öyle ki yakından ilişkili türler bile farklı ekolojik gereksinimlere sahiptir. Bu problemi çözme girişiminde, taksonomik karşılaştırmalar, fosil bir faunayı oluşturan hayvanların tümünün ekolojik benzerliklerinin gösterilmesine dayanan tek bir dizinde birleştirilebilir (Andrews, 1992a: 191).

Andrews'a göre (1992a: 192) bazen fosil faunaların taksonomik durumu, sınıflandırma detaylarına başvurmadan onu oluşturan hayvanların ekolojik adaptasyonlarını tayin edilerek basitleştirilmektedir. Tek veya grup karakter hayvanların adaptasyonlarla ilgili deliller sağlamaktadır. Örneğin diş şekillerindeki aşınma beslenme biçimi, üye kemiklerinin şekli koşma veya tırmanmayla ilgili adaptasyonları göstermektedir. Boyut, beslenme ve hareket adaptasyonları gibi ekolojik ölçütler bir faunanın tümü için bir araya getirilebilmekte ve fosil faunaların ekolojik çeşitlilik ölçütleri, paleoekoloji hakkında çıkarımlar yapmak üzere yaşayan faunalarinkiyle karşılaştırılabilmektedir.

Paleoekolojik sonuçların hepsi analogi temeline dayanmaktadır: paleoklimatolojik, jeolojik, paleobotanik veya paleontolojik delillerin yorumları, günümüzde meydana gelenden ne anladığımız üzerinde temellenmektedir. Fosil kaydındaki zaman unsuru da, fosil faunada zamana ait değişikliklerden doğan olası

karışıklığın var olduğu anlamına gelmektedir. Bütün bu zorluklara rağmen, paleoekolojiyi yorumlamak için bir hayli çalışma yapılabilir, sadece delillerin etkilenmiş olabileceği ve tamamen dolaylı olduğu hatırlanmalıdır (Andrews, 1992a: 192).



Şekil 3.1. : Ekoloji, paleoekoloji ve tafonomi arasındaki ilişkiler ve bu faktörlerin birbirlerine etkileri (Andrews, 1995a: 147).

3.3.1. Üniformitarianizm ve Analoji

James Hutton'ın 1788'de getirdiği üniformitarianizm ilkesi yeryüzü oluşumlarının doğüstü güçlerin veya katastrofik olayların ürünü olduğu düşüncesine karşı çıkararak, bunların uzun süreli ancak olağan süreçlerin ürünü olduklarını açıklamasını olanaklı kılmıştır. Ancak Lyell'in "Jeolojinin İlkeleri" adlı kitabı 1830-33 yılları arasında yayımlanıncaya kadar bilimsel düşüncedeki devrim, yaygın ve etkin olmamıştır (Hagner, 1995: 65).

Üniformitarianizm kavramı jeolojide çok tartışma yaratmıştır. Üniformitarianizm hem bağımsızdır hem de yöntemsel olarak sınıflandırılabilir

(Gould, 1964). Materyallerin, koşulların ve süreçlerin hızlarını içeren bağımsız üniformitarianizm, dünya tarihi süresince sabit kalmıştır. Doğa kanunlarını (örneğin, yerçekimi, sıvı akışının özellikleri ve termodinamikler) içeren yöntemsel üniformitarianizm ise dünya tarihi boyunca etkisinde devamlıdır. Yöntemsel üniformitarianizm, genellikle bilimde ayrılmaz olan tümevarım-tümdengelim mantıksal sürecinin bir ifadesidir. Sonuç olarak, Gould, üniformitarianizm teriminin gereksiz olduğunu, jeolojinin zaten sabit çeşitliliği terk ettiğini ve yöntemsel çeşitliliğin özel bir isim gerektirmeyen, jeoloji için yalnızca normal düşünülen bilimsel şekil olduğunu iddia etmiştir. Yine de, terim jeolojik literatürde yaygındır. Sabit ve yöntemsel üniformitarianizmin her ikisi de paleoekolojide yaygın olarak kullanılmaktadır (Gould, 2003; Dodd ve Stanton, 1990).

Fosillerin kimyası, mikro yapısı veya morfolojisinin analizi, fosilleşmiş organizmaların bulunduğu özel çevrelerle tespit edildiği için paleoekoloji materyaline bir örnektir. Diğer bir örnek, yaşam tarihini ve ölüm-sonrası korunmayı yansıttığı için türlerin popülasyon karakteristiklerinin çalışılmasıdır. Bir diğeri ise, eski çevresel koşulları tespit etmek amacıyla yaşayan organizmaların toleransını ve üstünlüğünü aynı taksonun fosil temsilcileriyle eşleştiren taksonomik üniformitarianizm metodu olabilir (Dodd ve Stanton, 1990: 323).

Paleoekolojik verileri yorumlama, sabit üniformitarianizm, analogi ve parsimoninin kullanımını içeren biyoloji bilgilerinin çalışılmasını gerektirmektedir. Sabit üniformitarianizm kavramı; materyallerin, koşulların ve paleoekolojik verileri yorumlamada kısmen rol oynamış süreçlerin zaman boyunca hızının oldukça sabit kalmasına dayanmaktadır. Bu düşünce metaphyte ve metazoanların ilk olarak evrimleştiği Geç Proterozoyik'ten beri depolanan tabakaya uygulanabilir. *Analogi*

(veya actuopaleontoloji) eski organizmalara modern organizmanın özelliklerinin uygulamalarını içermektedir. Bu prensip, bireylere (şekil ve işleve göre), komünite yapısına (tür çeşitliliği, organizasyon ve beslenme şekli) ve popülasyon dinamiklerine (zaman-bağımsız çevresel faktörlere verilen tepki) uygulanabilir. *Parsimoni*, bilimsel araştırmanın ana ilkesidir ve verilerin şifresini çözmek için en basit açıklamanın kullanılmasını içermektedir. Parsimoni paleoekolojik veya genel paleontolojik çalışmaları sınırlamaz (Gastaldo, Savrda ve Lewis, 1996).

Jeolojinin birçok alanında, temel doğa kanunları elde edilebilir ve kolaylıkla uygulanabilir. Örneğin, hidrodinamik kanunlar, belirli dokusal özellikler ve tortul yapılarla bir çökelin taşınması ve bırakılması ile sonuçlanan akışkan özelliklerini anlamamızda kullanılabilir. Oysa paleoekolojide temel kanunlar kolayca saptanamaz. Sonuç olarak, yöntemsel üniformitarianizmde temel prensiplerin yokluğu nedeniyle paleoekologlar genellikle sabit üniformitarianizme güvenmektedir. Birçok ilkel ve basit seviyede, taksonomik üniformitarianizmli bir fosilin çevresel yorumlaması, çok yakınında yaşayan taksonla ilgili habitat özelliklerine dayanmaktadır. Bir istiridye fosili bulunduğunda, paleoekologlar yaşayan eşdeğer taksonun çevresel toleransını tespit edip (modern organizma farklı bir tür, cins veya ailede olsa da) fosilin yaşamış olduğu alanın koşullarını anlayabilmektedirler (Dodd ve Stanton, 1990: 6).

3.4. Paleoekolojinin Bölümleri

Paleoekolojide, ekolojide de karşılığı olan iki alt alandan biri olan *Sinekoloji*, birbirleri ve çevreyle ilişkili olarak tür gruplarının dinamiklerini incelemektedir. Karşıt olarak, *Otekoloji* ise tek bir türün beslenme, hareket ve fiziksel çevreyle ilişki gibi bakış açılarını içeren yaşam alışkanlıklarını anlamaya çalışmaktadır (Newton ve Laporte, 1989: 3). Otekolojide sorular, yaşamın modları olan beslenme, üreme

davranışı ve sınırlandırılmış dağılımın fiziksel ve kimyasal faktörleri hakkındadır. Paleoekologlar fosilleşmiş organizmalar ve atasal komüniteler hakkında benzer anlayışlar elde etmeye çalışmaktadır (Harper ve Rigby, 2005: 140).

Dodd ve Stanton'a göre (1990: 323) sinekoloji, iki seviyede bulunmaktadır: (1) ortak bir çevre çatısında birleşen organizmalarla ilişkili organizmaların etkileşimleri, dayanışmaları ve birlikte evrim (coevolution) çalışması, (2) komünite analizi. Harper ve Rigby (2005: 140) ise sinekolojik çalışmaların, Afrika'daki ovalarda büyük kediler ve onların avları arasındaki ilişkileri, kayalık sahilindeki bir midye parçasıyla ilişkili organizmalarla ilgili besinsel yapı ve çeşitlilik gibi konuları ele aldığını vurgulamıştır. Newton ve Laporte'nin (1989: 3) örneğinde, bir Pasifik mercan resifinin sinekolojisi, popülasyon boyutunu, resifi oluşturan türlerin yapılarını, üzerinde beslenen papağan balıklarının, resif ve resife-birleşik türler üzerindeki kuvvetli dalgaların, periyodik akıntıların günlük etkilerini, resif yapan mercanlar ve onların avcılarının gelişmesini kontrol eden güneş ışığı ve besinlerin rollerini içermektedir. Karşıt olarak, resifte yaşayan belirli bir türün, örneğin bir denizkestanenin otekolojisi, belirli bir biçimde hayvanın nerede yaşadığını, nasıl beslendiğini, yırtıcılardan nasıl korunduğunu, su anforları, güneş ışığı, tuzluluk ve sıcaklık derecesinin değişimine nasıl yanıt verdiğini açıklamaya çalışmaktadır. Benzer bir ayrım, fosil tür gruplarının analizini yapan *paleosinekoloji* ve fosil kayıttaki tek bir türü çalışın *paleootekoloji* arasında yapılmaktadır.

Ekolojinin genel prensiplerinden bazıları, atasal ekosistemlerin betimlenmesi için kullanılabilir. Silüryen mercan resiflerinin paleosinekolojik bir analizi, özel denizel koşulları tercih eden kıvrımlı mercanların, hassas denizlalelerinin, otlayan salyangozların ve robust trilobitlerin üremesini inceleyebilmektedir. Bu,

organizmaların mekâna ait olarak birbirleriyle nasıl etkileştiklerini ortaya çıkaracaktır (Newton ve Laporte, 1989: 3).

3.5. Memeli komüniteleri ve ekolojik niş

Memeliler için, ilk çalışma Olsen ve Van Couvering tarafından yapılmıştır. Ayrıca, floralar ve onların paleoekolojik olarak yorumlanması üzerine kapsamlı çalışmalar vardır. Hem eski bitki örtüsünün hem de iklimin, özellikle eski sıcaklıkların yorumlanması için izotop analizi uygulanmaktadır (Andrews, 1996: 258).

Komünite, ekolojide çok amaçlı bir literatürü yansıtan, son derece popüler bir çalışma konusudur. Bununla birlikte, komünitenin paleoekolojik analizleri için gerekli biyolojik altyapı iyi tespit edilmemiştir. Ekologlar arasında komünite yapısını saptayan temel olgularda fikir birliği yoktur. Örneğin, komünite kompozisyonu ve yapısını tespit etmede fiziksel çevreye karşı yarış gibi biyolojik parametrelerin öneminin göreceli olması gibi. Ayrıca, ekologlar tarafından geliştirilmiş ekosistem kavramı ve modellerinin birçoğu eski çevresel betimlemelerde sınırlı değerde görülmektedir. Çünkü gerekli komünite özellikleri genellikle fosil kayıta bulunmamaktadır. Bununla birlikte, ekolojik kavram ve metotların paleoekolojiyle birleşmesi yavaş işleyen bir süreçtir. Günümüzde eski çevrelerin yeniden betimlenmesinde az kullanılan komünite kavramı bilgi artışıyla kullanılabilir hale gelecektir (Dodd ve Stanton, 1990: 324).

Andrews (1996: 259) eski çevreleri yeniden oluşturma çabalarında, çevrenin fiziksel (tortul yapı, fosil topraklar ve oksijen izotopları gibi) veya biyolojik özelliklerinin (tür çeşitliliği veya günümüzdeki iklimsel rejimlerle bitki ve

hayvanların taksonomik gruplarının ilişkisi gibi) analiziyle genellikle temel niş betimlenmeye çalışıldığını bildirmiştir. Andrews'e göre, eski iklim hakkındaki çıkarımlar bu tür kaynaklardan elde edilmektedir ama hayvan faunaları ve büyük varsayımlara dayanan temel niş arasındaki ilişkide birçok bakımdan ispat eksikliği görülmektedir. Geçmiş ekolojiler üzerine daha kesin bilgi, niş inceleyerek elde edilebilmektedir.

Paleoekolojideki komünite tanımlamalarında birkaç özel terim kullanılmaktadır. Ekosistemin toplam biyotik unsuru *biyosönoz*dür. Biyosönoz, çok kapsamlı bir analize özgü zorluklar nedeniyle ekolojik çalışmalarda seyrek; paleoekolojide tanımlanamaz ve analiz edilemez çünkü fosil toplulukta tamamen korunmamaktadır. Paleoekolojideki komünite analizi, fosil kayıta tamamen korunabilen foraminiferler, brachiopodlar, kabuklu bentik makro-omurgasızlar veya karasal omurgalılar gibi sadece bir veya birçok taksonomik gruba dayanmaktadır (Dodd ve Stanton, 1990: 325).

Fosil komünitelerdeki değişiklikler uzun zaman ölçeklerinde gözlenmektedir. *Komünite yer değiştirmesi* çevresel olarak bir fosil topluluğun diğerleriyle yer değiştirmesini etkilemektedir. Yüzlerce hatta milyonlarca yıllık zaman ölçeklerinde meydana gelmektedir. Fosil kayıttaki gerçek *komünite evrimi*, organizmaların ilişkili gruplarındaki büyük evrimsel değişiklikleri işaret etmektedir. Bu değişiklikler, tamamıyla çevresel etkilerden bağımsız olmasa da evrimsel zamanda tür ile tür etkileşimleri tarafından kontrol edilmektedir. Örneğin Robert Bakker, dinazorlar tarafından olağandan çok ve kapsamlı otlamanın, Kretase'deki karasal bitki komünitelerinin kozalaklı-baskın sistemlerden kapalı tohumlu bitki-baskın sistemlere dönüşmesine neden olduğunu ileri sürmüştür (Newton ve Laporte, 1989: 5).

3.6. Paleokolojideki Fosil Komüniteler

Birçok paleokolojik çalışmanın ilk aşamalarında, araştırmacılar genellikle fosillerin aynı ekolojik komünitenin bireyleri olup olmadığı problemini tespit etmekte zorlanmışlardır. Yapı, fonksiyon, kompozisyon ve dağılım gibi komünite kavramının temel bakış açılarıyla ilgili geçerli paleokolojik yargılar sadece fosil komünitelere dayanılarak yapılmaktadır. Örneğin, antik resifler gibi komüniteler tanımlanması kolay ve paleokolojide birçok önemli çalışmanın konusu olan, sıkıca bağlı organizmalarla kontrol edilmektedir. Tersine, gevşek biçimde bağlı veya dağınık organizmalar tarafından kontrol edilen komüniteler çoğunlukla gömülme öncesi önemli değişikliğe uğramaktadır ve bu nedenle birçok problem tanımlanmaktadır (Fagerstrom, 1964: 1198).

3.7. Fosil Toplulukların Tipleri

Bir paleontolojik kazıda önemli olan bir zamanlar yaşamış olan bir “canlı topluluk” un mümkün olduğu kadar ayrıntılı olarak ele geçirilmesidir. Canlılar herhangi bir nedenle (kaza, hastalık, avlanma) öldüklerinde, bu topluluklara “ölü topluluk” denir. Ölümden ve gömülmeden sonra fosilleşme aşamaları başlamakta, buna da “depolanmış topluluk” denmektedir. Kazılarda toplanana kadar tortulda var olan hayvan parçalarına da “fosil topluluk” denir. Kazılar sonucunda çıkarılan fosillere de “örnek topluluk” adı verilmektedir. Asıl önemli olan örnek topluluğun canlı topluluğu ne derece yansıttığıdır. Çünkü fosiller çeşitli nedenlerle tahrip olurlar ya da farklı dönem veya farklı ekolojik ortam faunaları ile karışabilirler. Amaç, bir zamanlar belli bir ekolojik ortamı paylaşmış canlıları yaşadıkları ortamla beraber tekrar ortaya koyabilmek ve filogenetik ilişkilerini saptamak olduğu için, bu tür karışıklıkları göz ardı etmeden tespit etmek gerekmektedir. Bunun için de tafonomik yöntem ve kriterlere başvurmak gerekir (Ersoy, 2000: 97-98).

Fagerstrom'un tanımlamasına göre (1964: 1198), bir *fosil topluluk*, sınırlandırılmış stratigrafik bir aralık ve jeocoğrafik lokaliteden herhangi bir fosil grubudur. Bir kayacın yeryüzüne çıkmış uzantısındaki (outcrop) litolojik üniteye genellikle bir türden fazlasına ait olan örnekler bulunmaktadır. Sadece bir türün toplulukları *monotipik fosil topluluk*dur.

Daha önceki araştırmacılar, iki büyük fosil topluluk tipi tanımlamıştır: “yaşayan topluluk” ve “ölü topluluk”. Craig'e göre yaşayan bir topluluk (biocoenosis) sadece ekolojik bir komünitededir. Paleoekologlar ölü toplulukla (thanatocoenosis) ekologlardan daha çok ilgilenmektedirler. Fosil toplulukların fazla basitleştirilmiş tanımlamaları Hallam ve Craig (1960) tarafından genişletilmiştir. Tanımlamalarda yapılan vurgu, komünite kavramı ve gömülme öncesi değişiklik derecesinden çok, fosiller arasındaki taşınma mesafesi, aralarındaki ilişki ve tortulla kaplanması üzerinedir. Terminolojiye sadelik getirmek, fosil toplulukların çeşitli tiplerini yaşayan komünitelerden oluşturmak ve doğal koşulları tasvir etmek için bazı tanımlamalar önerilmiştir. Tüm tanımlamalar fosil bitki, omurgasız ve omurgalı topluluklar üzerinde uygulanabilmektedir (Fagerstrom, 1964: 1198).

Fosil komüniteler, tüm açılardan komünite kavramıyla ilgili olan paleoekolojik çalışmalar için daha çok istenilen topluluk tipidir. Eğer değişim derecesi çok büyük değilse artakalan fosil komüniteleri, komünite kompozisyonu ve dağılımı hakkında oldukça bilgi vermektedir. Hem taşınmış hem de karışmış fosil toplulukları paleoekolojide daha az önem arz etmektedir, eski çevrelerin akıntı yönleri, tortul kaynak alanları ve tortulaşma zamanındaki enerji koşulları gibi abiyotik yönlerine dair veriler sağlamaktadır. Fosil toplulukların tüm tipleri, biyostratigrafide kullanılmaktadır. Hatta karışık topluluklarda biriken örnekler de

tanımlanabiliyorsa ve biyostratigrafik etkenlerden elenebiliyorsa kullanılabilir (Fagerstrom, 1964: 1199-1200).

3.7.1. Fosil Komünite

Fagerstrom (1964: 1199) bir fosil komüniteyi, örneklerinin neredeyse tümü aynı ekolojik komüniteye ait olan ve yaşadıkları zamandakiyle aynı boyut ve sayıda bulunan fosil bir topluluk olarak tanımlamıştır. Ona göre, fosil komüniteler gömülme öncesi minimum değişime uğramıştır; fosillerin birçoğu aslında ilk habitatları ve yaşama alanlarında bulunmaktadır. *Fosil sayım komüniteleri*, örnekleri neredeyse eşzamanlı olan ve çoğunlukla ölüm oranının yüksek olmasının sonucu olan fosil komünitelerin özel bir türüdür. Fosil komüniteler birkaç fosil popülasyonundan oluşmaktadır; her bir fosil popülasyonu aynı türün tek örneğini içermektedir.

3.7.2. Artakalan Fosil Komünite

Fagerstrom (1964: 1199) bir artakalan komüniteyi, örneklerinin neredeyse tümü aynı ekolojik komüniteye ait olan, ancak yaşadığı zamandakiyle aynı boyut ve sayıda olmayan bir fosil topluluk olarak tanımlamıştır. Bir artakalan fosil komünite, gömülme öncesi faktörlerle orta derecede değişime uğramıştır, en belirgin etkisi ise ilk komünitenin seçici olarak bir tek parçasını ortadan kaldırmaktır. Fosillerin birçoğu aslında ilk habitatları ve yaşama alanlarında bulunmuştur.

3.7.3. Taşınmış Fosil Topluluk

Fagerstrom'a göre (1964: 1199) taşınmış bir topluluk örneklerinin neredeyse tümü gömülme öncesi taşınmaya maruz kalmıştır ve bu nedenle eşzamanlı birden fazla komüniteden oluşmaktadır. Fosillerin geneli ilk habitatları ve yaşam alanlarında bulunmamıştır. Taşınmış fosil toplulukları bir ya da birden çok ekolojik komünitenin

gözü öncesi maksimum değışimini göstermektedir. Taşınmış fosil topluluklarının bu tanımı, “ölü topluluk” tanımına uygunluk göstermektedir.

3.7.4. Karışık Fosil Topluluk

Fagerstrom'un (1964: 1199) tanımlamasına göre, karışık bir fosil topluluk aynı ekolojik komüniteye ait olan büyük miktarda örnekten oluşan bir fosil topluluktur. Bununla beraber, topluluk diğer eşzamanlı komünitelerden taşınan veya önce var olan kayaların erozyonundan elde edilen birçok örnekten oluşmaktadır. Taşınmamış örnekler bir fosil komüniteyi veya ortakalan bir fosil komüniteyi betimleyebilir. Başka komünitelerden örneklerin taşınması veya eklenmesi yapı ve kompozisyonu önemli ölçüde değiştirmektedir. Karışık fosil topluluklar, Hallam ve Craig tarafından tanımlanan hem “ortakalan” hem de “karışık topluluklar” a kısmen eşittir. Fenton ve Fenton tarafından kullanılan “fosil topluluk” ile aynıdır.

3.7.5. Faunal Kompozisyon ve Çeşitlilik

Faunal kompozisyon, benzer çevresel tercih ve dayanma sınırının bir sonucu olarak birkaç türün birlikte görülmesi şeklinde karakterize edilen modern komünitelerle ilgilidir. Bu, birlikte meydana gelen komüniteleri tanımlamak ve isimlendirmek için bir temel sağlamaktadır. Faunal kompozisyonun önemli bir tarafı da faunal çeşitlilik veya bir komünitede bulunan türlerin sayısıdır. İyi tanımlanmış denizel komüniteler, mevcut nişlerin sayısı ile orantılı organizmaların çeşitliliğiyle karakterize edilmektedir ve habitatların bir türüne adapte olmuş bireyleri içermektedir (Fagerstrom, 1964: 1204).

Fosil komüniteler ve ortakalan fosil komüniteler (örneğin ekolojik olarak uyumlu olan) aynı komünitenin üyeleri olduğu bilinen organizmaların bir

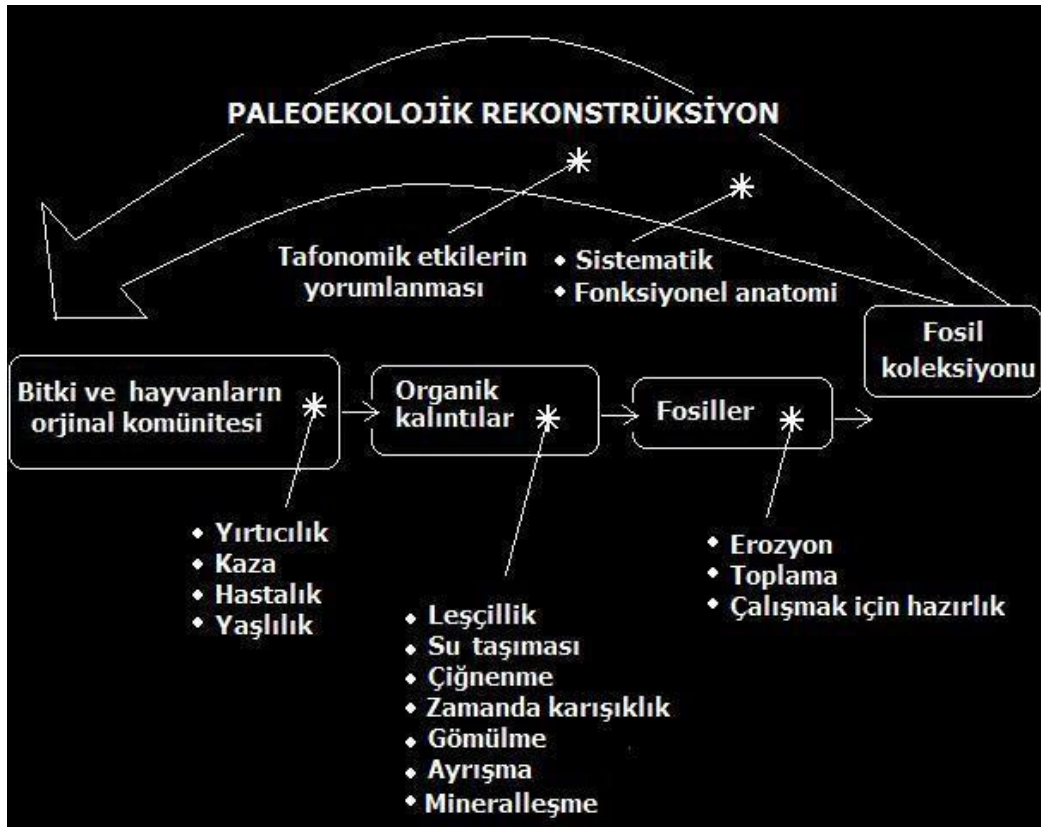
topluluğuyla karakterize edilmektedir. Denizel omurgasızların böyle komüniteleri, niş ve habitatların bir çeşidine (örneğin, üreticiler, tüketiciler, bentonik, pelajik) adapte olan bireyleri oluşturabilmektedir; fosil komüniteler artakalan fosil komünitelerden daha çok çeşitlilik göstermektedir. Taşınmış ve karışmış fosil toplulukların, niş ve habitatlarda çok çeşitli olarak meydana gelen, ekolojik olarak uyuşmayan bireyleri oluşturduğu düşünülebilmektedir. Tersine, taşınma esnasındaki sıralama ekolojik uyuşmazlıktan ziyade onların hidrodinamik özelliklerine göre örnekleri ayırma eğilimindedir. Uç durumlarda, monotipik fosil topluluklar oluşabilmektedir (Fagerstrom, 1964: 1204).

3.8. Eski Çevrelerin Betimlenmesi İçin Kullanılan Metotlar

Dodd ve Stanton'a göre (1990: 5) eski çevreleri betimlemek üç bileşene dayanmaktadır: İyi kurulmuş stratigrafik bir yapı, iyi taksonomi, kapsamlı bir ekolojik zemin. Buna göre, stratigrafik ortam, jeolojik tarihte ve eş zamanlı çevresel değişiklik ölçüsünde fosilleri karşılaştırmak için mekâna ve zamana ait ilişkiler sağlamaktadır. Paleoeolojinin temel verileri olan fosillerin iyi sınıflandırılması, onların yeterli derecede tanımlanabildiği ve stratigrafik yapı içinde doğru olarak konumlandırıldığı anlamına gelmektedir. Ekolojik zemin, yaşayan organizmaların ekosistemleri içindeki fonksiyonlarını: morfoloji ve psikolojilerinin yaşam koşullarına nasıl adapte olduğunu, birbirleriyle etkileşimlerini, çevreye göre yaşam tarihlerini hangi yollarla değiştirebildiğini anlayarak meydana gelmektedir.

Paleoekologların ihtiyaç duyduğu ekolojik bilgi, çoğunlukla doğa tarihi seviyesindedir. Doğa tarihi, biyoloji, biyokimya, hücre biyolojisi ve tıbbaya yönelik konulara önem verilen günümüzde nispeten etkin olmayan bir alandır. Sonuç olarak, paleoekologlar genellikle fosilleri yorumlamak için ihtiyaç duyulan ekolojik bilgileri

kendi kendilerine toplamaktadırlar. Ekolojik veriler, paleoekolojide gerekli unsurlardır çünkü genellikle, etkilere maruz kalan ve birbirini etkileyebilen fosiller için en iyi kaynağı sağlamaktadırlar. Ekolojiden toplanan bilgi paleoekolojide de kullanılmaktadır. Yaşayan dünyadan tümevarım yoluyla geliştirilen genel ekolojik kanunların amacı, fosil kayıtlara tümenden gelinerek uygulanmasıdır (Dodd ve Stanton, 1990: 5).



Şekil 3.2. : Paleoekolojik rekonstrüksiyon (Behrensmeyer, 1992: 189).

Andrews'a göre (1996: 257) eski çevreyi betimlemek için kullanılan metotlar şunlardır:

1. Taksonomik Analiz
2. Fonksiyonel Analiz (Morfolojik Analiz)

3. Tür Çeşitliliği
 - a. Tür Zenginliği
 - b. Tür Çokluğu
4. Komünite Yapısı
 - a. Boyut Analizi
 - b. Ekolojik Çeşitlilik

Seyreltme (Rarefaction)

3.8.1. Taksonomik Analiz

Günümüzde, yaşayanlarıkiyle memeli faunalarının taksonomik bileşiminin karşılaştırılması, paleoekolojik analizin en yaygın metotlarından. Bu metot, seçilmiş bir veya seçilen sayıda taksonomik gruba uygulanabilir veya topluluğun belirli bir bölümüne uygulanabilir. Polen veya makro-bitki kalıntılarının analizi, birçok fosil buluntu alanında bitkiler yoluyla doğrudan deliller sağlamaktadır. Ancak bunlar memeliler gibi aynı seviyelerde nadiren bulunur, bu nedenle aralarındaki bağın derecesi test edilemez. Özellikle polenin birçok farklı habitatlardan geldiğine ve binlerce yıla dağıldığına dair bazı göstergeler bulunduğu zaman, floranın tür bileşimi bilinmesine rağmen, bitki örtüsünün yapısı hala şüphelidir. Memeli türlerinin taksonomik bileşimleri arasındaki karşılaştırmalar istatistiksel yollarla yapılabilmektedir, ancak nesli tükenen türlerin veya eski zamanlarda yaşayan mevcut türlerin de ekolojik benzerliklerinin gerçekte tam olarak bilinmemesi sorunu vardır. Bu nedenle bu şekilde yapılan ekolojik çıkarımlar doğru olmayabilir (Andrews, 1995b: 60-61).

Metotlar, (a) fosil organizmalar ve onların yaşayan akrabaları arasındaki ekolojik benzerliği, (b) geçmiş ve gelecek arasında fiziksel çevredeki ekolojik denkliği varsaymaktadır (Andrews, 1996: 264).

Andrews (1996: 265), Avery'nin iyi sonuç verdiği için taksonomik analizi, Güney Afrika'daki Pleistosen ve Holosen sitlerinden toplanan küçük memelilerin üstünde uyguladığını belirtmiştir. Avery bitkilerdeki farklılıkları, buradan iklimdeki farklılıklarla ardıl faunaların taksonomik kompozisyonundaki farklılıkları ilişkilendirmiştir. Sonuçlar olası tafonomik farklılıklara karşı test edilebilmektedir. Bu topluluğun çoğunlukla yırtıcıların av toplulukları olduğu ortaya çıkmıştır.

Andrews (1996: 265) taksonomik analize diğer rneği Van der Muelen ve Daams'ın (1992) alışmasından vermiştir. İspanya'nın Erken ile Orta Miyosen'e ait 59 kemirgen topluluğunun taksonomik kompozisyonuna çok değişkenli metotlar uygulamışlardır. Çevresel gösterge olarak sadece kemirgen taksonomik grubunu kullanmışlardır. Günümüzdeki taksonomik grupların üstün uyumsal stratejilerinden bu zaman periyodundaki iklimsel değişimler hakkında çıkarımlar yapmışlardır. 10 milyon yıl önce, kemirgen faunalarının taksonomik niteliğindeki uyumsal stratejilerdeki değişimlerin, başka çevresel kaynaklardan sıcaklık eğrileriyle çakıştığı grlmştir (Orta Miyosen'in ilk periyodunda sıcaklık artışında 15 milyon yıl önce keskin bir düşüş grlmştir). Ancak yeterli karşılaştırmalı kontrol yapılamadığı için bu sıcaklık değişimleriyle memeli şekillerinin örtüşmesinin rastlantı olup olmadığı belirlenememiştir.

Özel taksonomik gruplar içindeki çeşitlilik de modern zdeşlerinin çeşitlilikleriyle karşılaştırılabilmektedir. Örneğin; farklı habitatlardan primatlar veya

antilopların boyut dağılımları, yaşadıkları habitat hakkında bilgi verebilir. Hatta primatlar gibi bir grup için türlerin sayısı ve miktarı bilgi sağlayabilir çünkü günümüzde üç veya dört türden fazlası sadece tropikal yağmur ormanlarında bulunmaktadır. Olasılıkla aynı durum geçmişte de vardı (Andrews, 1992a: 192).

3.8.2. Fonksiyonel Analiz (Morfolojik Analiz)

Fonksiyonel analize verilebilecek birçok örnek vardır. Nesli tükenmiş türlerin habitatlarının yaşayan akrabalarınınkini ile aynı olduğu varsayımı, taksonomik analize benzerdir. Fonksiyonel analizde varsayımlar kesinleşmiştir ve fosil faunaların bir kısmı veya grubunun morfolojisi incelenmektedir. Bilinen habitatlardan güncel faunalardaki örneklerle fosil faunalarda gözlenen morfolojiler karşılaştırılarak fosillerdeki olası adaptasyonlar hakkında çıkarımlar yapılmaktadır. Fosil türlerin uyumsal davranışları, bu sonuçlardan da eski çevreler hakkında yorumlar yapılabilmektedir (Andrews, 1996: 266).

Morfolojik-merkezli analizlerin bir örneği, post-cranial morfolojilerin çalışılması üzerinedir. Kappelman, bovid art üyelerinin özelliklerini çalışmıştır ve birkaç femoral karakter ve habitat tipi arasında işlevsel bir bağlantı olduğunu göstermiştir. Örneğin, açık habitatlarda yaşayan koşucu türler hızlı koşmaya adapte olmuş yanlamasına genişlemiş bir femur başına sahipken, orman bovidleri zıplamak için adapte olmuş daha küresel bir femur başına sahiptir. Van Valkenburgh tırmanıcı, kazıcı ve koşucu etçillerde hareket işlevleri arasında ayırım yapmış ve yaşayan etçillerde hareket davranışının iyi bir göstergesi olan kesin osteolojik göstergeleri bulmuştur. Örneğin, ağaçlarda yaşayan (=arboreal) etçiller güçlü, kıvrık pençelere, karasal türlere göre daha kısa metatarsal ve daha uzun proksimal parmak kemiklerine sahiptirler (Andrews, 1995b: 62).

Morfolojik-merkezli analizlerin diğeri bir tipi ise dişlerde görülen beslenme biçimlerinin farklılıklarına dayanmaktadır. Janis, bovid molarlarının hipsodontluk derecelerinin habitatlarla fazlasıyla ilişkili olduğunu göstermiştir. Açık habitatlarda yer seviyesinde beslenen toynaklılar, kapalı habitatlarda yaşayan toynaklılara göre (yiyecek tercihi önemsenmeksizin) daha hipsodontturlar. Ayrıca tacın karmaşık yapısı otçullarda eşit şekilde önemlidir. Kalın mine, aşındırıcı ama sertten ziyade kırılabilir yiyeceklerle ilişkili olabilir, bundan dolayı parçacıklara ayırmada bıçak ağzlarına ihtiyaç duyulmaz. Bilopohodont: genellikle sert ve aşındırıcı yiyeceklerin oluşturduğu beslenme biçimleriyle ilişkilidir, aşırı lophodont: ise çok sert yiyecekler için kaçınılmazdır (Andrews, 1995b: 62).

Diş aşınmasının sayısal analizleri, fosil memelilerde beslenme biçimlerinin anlaşılmasında yarar sağlamaktadır. İlk çalışmada otlarla beslenen türler ve yaprakla beslenen türler arasındaki farklılıklar karşılaştırılmıştır. Ancak ayrıntılı mikroskop çalışmaları, özellikle meyveyle beslenme, kaba ve narin yapıları australopithecineer arasındaki farklarla ilgili olmak üzere daha önemli ayrımlar yapılabilmesini olanaklı kılmıştır (Andrews, 1995b: 62).

Beslenme sistemiyle ilgili ayrımlar ayrıca diş dışındaki delillerle de yapılabilmektedir. Mide yapısal olarak ayrı yiyecek tiplerini kullanmaya adapte olduğu için, midenin yapısı ruminantlar ve cercopithecoid maymunlar gibi memeli gruplarının iyi bir göstergesidir. Ne yazık ki böyle deliller çoğunlukla fosil kayıtlarda bulunamaz. Diğer yandan, büyük otçulların premaxillasının şekli diyetle ilgili olduğu ortaya konmuştur. Yaprakla beslenen türler ince, sivri uçlu premaxillaya sahiptir. Bu nedenle, beslenirken onların yalnız yaprakları seçmesine imkân veren ince ağız yapısına sahiptirler. Otlarla beslenen türlerin kare şeklindeki premaxillası, büyük

miktarlarda düşük kaliteli çimenlerin aranması için gerekli biçme eyleminde daha uygundur (Andrews, 1995b: 62).

Ruminant fonksiyonel morfolojisinin başlıca çalışmasında, Köhler, 59 güncel ve 50 fosil ruminant türünü analiz etmiştir. Tanımladığı üç morfolojik tipi, vücut görüntüsü, boynuz tipi, çiğnemeye ait kısımlar, uzuv uçlarının morfolojisi ve uzuv kemiklerinin oranlarının analizine dayandırmıştır ve bu üç morfolojik tip, kapalı habitatlardan açıklara doğru aşamalı olarak çok iyi bir şekilde habitat değişimine uyum sağlamıştır. Aynı habitat tipi ayrımıyla fosil ruminantlar da aynı şekilde analiz edilebilir. Bu tiplerin dağılımı tek bir fosil lokalitede birleştiğinde olası habitatların bir dağılımı gözlenebilir. Örneğin, Çandır'da 6 ruminant türü kapalı ormandan (bir tür), su-kenarı ormanı (iki tür) ve daha açık ormana (üç tür) dağılan kapalı habitat tipine sahiptir; ek olarak daha açık habitatları gösteren iki tür vardır. Bu türler, Türkiye'de benzer yaştaki Paşalar'da bulunanlarla aynıdır. Bu her iki sit de, bu nedenle kapalıdan suya yakınlıkla bir açık orman çeşidine uzanan değişikliğe işaret etmektedir (Andrews, 1996: 267).

Andrews'a göre (1995b: 63) fosil türlerde gözlenen bir karakter, yaşayan hayvanlarda özel bir fonksiyonu yerine getiren karakterle eşdeğer yapıdaysa, fosillerde de aynı fonksiyonun var olduğu varsayılabilir. Bu varsayım, çoğunlukla doğrudur ama önceki ve sonraki adaptasyonlarla morfoloji değişimi olmadan fonksiyon değişebilmektedir. Örneğin, bazı büyük primat türlerinin molarlarındaki kalın mine, sert besinlerle beslenme biçimine bağlı olabilir. Kırılgan yiyecekli bir beslenme biçimi, kalın mineli fosil hominoid *Sivapithecus* için gösterilebilir. Buna karşın, *Sivapithecus*'un molarlarında mikro-aşınma incelendiği zaman, yumuşak yiyecekli bir diyet görülmüştür. İncelenen *Sivapithecus* örnekleri Geç Miyosen

depozitlerinden gelmiştir ama Paşalar'dan (Türkiye) Orta Miyosen'in kalın mineli hominoidi *Griphopithecus alpani*'nin mikro-aşınması üzerine yapılan çalışma, onun sert yiyeckli mikro-aşınma şekliyle aynı diyeti göstermiştir. *Sivapithecus*'un evrimsel gelişiminde mine kalınlığında hiçbir azalma olmaksızın bir diyet değişimi olasıdır. Bu olayda, kalın mine, *Sivapithecus*'da yanıtıcı uyumsal bir bilgi veren kalımsal bir karakterdir.

Andrews (1996: 259) fonksiyonel morfolojinin ilk analizinin ve tür birlikteliklerinin geçmişteki biyotik komünitelerdeki varyasyonları daha çok göstereceğini ileri sürmüştür. Ancak ekolojik sorular sormak için komünite yapısı üzerine daha çok bilgi gereklidir. Örneğin, belirli türlerin birlikteliğinin geçmişte var olduğu gösterilebilmektedir ama bu ondan sonraki ekosistemin yapısıyla ilgili bize ne söylemektedir? Otçulların beslenme stratejileri nelerdir; bu sosyal organizasyonlarıyla ilişkili midir; tür rekabet etti mi veya ot yeme şeklinde bir gelişme oldu mu? Etçil komünitelerinin doğası neydi? Bu komünitelerin boyut kompozisyonu neydi ve bu avlarıyla nasıl bağlantılıydı? İklimin mevsime bağlı olmasıyla ilgili deliller nelerdir? Yağış miktarındaki değişiklik tür sayısını nasıl etkilemiştir? Mevsime bağlı olarak otçul ve etçillerin göçleri boyunca tür kompozisyonu nasıl etkilenmiştir? Otçul komünitelerinde vücut boyutunun biçimine dayanan ekoloji modellerinin yüksek oranda tahmin edilebilir değerde olduğu görülmektedir. Bu, modellerin doğal komünitelere yaklaşıklık olduğunu gösterilen fosil örneklerle uygulanabilir olmasından kaynaklanmaktadır.

Fonksiyonel morfoloji açısından ilişkili faunaların çalışılmasına hominoid eski çevreleri üzerine verilerin bağlanmasıyla daha kapsamlı paleoantropolojik bir sentez sağlanmaktadır. Bu sentez sonunda olası seçim baskısı ve eski çevreler

üzerine bilgiyle hominoid adaptasyonları ve sistematiklerine ilişkin delilleri birleştirmiştir. Analizler habitata özgü adaptasyonlar ve taksonomik göstergelere dayanmaktadır. Odak noktası bir faunadaki toplam tür kompozisyonu üzerinde değil, genel ekolojik bir rolle daha büyük taksonomik gruplar üzerindedir. Bir topluluktaki farklı taksonomik grup çokluğu ve çeşitliliği önemlidir. Paleoekolojideki ilk çalışmaya genellikle ekolojik çeşitlilik analizi açısından başlanmaktadır (Scott, 2004: 8-9)

3.8.3. Tür Çeşitliliği

Taksonomik ve morfolojik analizler memeli faunalarının neredeyse bir kısmı ile sınırlanmıştır. Bu, faunalardan elde edilen delillerin hep aynı kısma denk gelmesi veya çalışma alanlarının kısıtlı olması nedeniyle olabilir. Bununla beraber, metotlar tüm memeli faunalarında kullanılmaktadır ve türleri hesaplamak için en basit analiz yoludur. Sert iklimli ortamlar, daha ılıman ve karmaşık ortamlardan daha düşük alt türe sahiptirler. Ancak iklim, bitki ve memeli tür çeşitliliği arasındaki ilişki için tek ölçüt değildir. Tür sayısının basit bir sayımı ekolojinin güvenilir bir ölçüsü olamaz. Paleoekoloji yorumlanırken, bir de faunal karışımın veya zaman unsurunun bir sonucu olarak artan veya tür kaybının bir sonucu olarak azalan tafonomik eğilimler vardır (Andrews, 1995b: 63).

Ekolojik adaptasyonlar içindeki tür çeşitlilik dağılımları taksonomik-temelli sınıflandırma cetvellerine alternatif olarak yapılmaktadır. Fosil faunaların nerede eksiksiz olduğu, olasılıkla tüm memeli komünitelerinin çeşitliliği ve yapısı üzerine paleoekolojik çıkarımlara dayanmaktadır. Bu yolla tanımlanan memeli komüniteleri taksonomik içerikleriyle nitelendirilmezler. Ancak çeşitlilik seviyeleri, ekolojik yapıları veya ekolojik çeşitlilikleriyle tanımlanırlar (Andrews, 1995b: 66).

Tür çeşitliliği iki unsura sahiptir: a) tür zenginliği veya heterojenliği, b) tür yoğunluğu veya dengesi. Tür zenginliği, farklı faunalar veya habitatlardaki tür sayılarıyla örnek boyutunu dikkate alan çeşitli endisleri hesaplayarak kolayca saptanabilmektedir. Tür yoğunluğu ise, dağılım frekansları çizilerek tespit edilebilmektedir, ancak farklı dağılım modellerine uygun doğruluk testi ile daha verimli olabilir. Çeşitlilik olarak bilenen tür zenginliği belirli bir alandaki birtakım türlerle ölçülmektedir. Örneğin, Paşalar' dan Miyosen faunası toplam 52 türe sahiptir ve sitin tafonomisi fosillerin büyük çoğunluğunun bir zaman periyoduyla sınırlı tek bir kaynaktan türediklerini göstermektedir. Aykırı seçilen bazı türler bulunmuştur, bu nedenle 52 sayısının aslında Miyosen'de yeryüzünde yaşayan orijinal sayıdan düşük olduğu tahmin edilmektedir. Bu sayı günümüzde herhangi bir ılıman ekosistemde veya iklimsel rejimin altındaki açık otlaklarda bulunanlardan daha büyüktür. Bu yüzden, ormanlık bitki örtüsünün bir şekliyle yarı tropikal ile tropikal iklimin Paşalar'da nispeten dengeli koşulların varlığını gösterdiği çıkarılabilir (Andrews, 1995b: 63).

Paleoekolojik analizler çoğunlukla tür dağılımlarıyla sınırlanmıştır ama analizlerin göreceli tür çokluklarına uygulanamaması için hiçbir neden yoktur. Burada zorluk, fosil faunalar için verilerin elde edilememesidir veya var ise, bu verilerin tafonomik değişimler nedeniyle güvenilir olmalarıdır. Örneğin yırtıcılar tarafından av seçimi veya taşınmayla kemik boyutlarındaki seçim fosil toplulukların kompozisyonunu farklı derecelerde azaltabilir. Bu tafonomik süreçlerin tür sayıları üzerine etkisi oldukça fazladır. Tür yoğunluğu dağılımları tek bir sayıda (tür sayısı) veya indekstedir (çeşitlilik indeksi). Ayrıca seviye yoğunluğu veya sıklık dağılımı şeklinde bir komünite ile ilgili tüm bilgileri grafiksel olarak özetleyebilmektedir.

Çeşitlilik göstergeleri genellikle faunaların baskınlık veya eşitliğini yansıtmaktadır (Andrews, 1995b: 64).

3.8.4. Komünite Yapısı

Dünya’da benzer habitatlarda yaşayan memeli türleri, paralel veya yakınsak adaptasyonlar göstermektedirler. Filogenetik olarak ilişkisi olmayan organizmalarda benzer adaptasyonların varlığı ile meydana gelen yakınsak evrim doğal seçilime benzer faktörlere bağlıdır, yakınsama soylarda genetik varyasyonla zorlanmıştır. Tüm komünitelere bunu genişletirsek, benzer habitatlardaki memeli komüniteleri, aralarında hiçbir ortak tür olmasa da, benzer adaptasyonlar göstermeye eğilimlidir (Andrews, 1996: 277).

Komünite analizinde, memeli faunaları sadece taksonomik içerikleriyle değil, farklı ekolojik kategorilerdeki çeşitlilik dereceleri ile de tanımlanmaktadır. Komünite yapısı, önemli şekilde iklim ve enlemsel kuşaklar içinde, habitatla değişmektedir. Aksine, fonksiyonel yakınsamanın sonucu olarak farklı kıtalardaki iklimler ve habitatlardaki faunalarda komünite yapısı benzerdir. Örneğin, Afrika ve Malama’nın tropikal ormanlarından memeli faunaları ortak bir tür paylaşmasa da, benzer beslenme yapısına sahiptirler. Komünite analizinin bu takson-bağımsız yönü, bu nedenle bu metodu paleoekoloji için değerli yapmaktadır. Fosil faunaları oluşturan türlerin birçoğu veya tümünün nesli tükenmiş olabilir (Andrews, 1996: 277).

Memeli faunalarındaki en basit çeşitlilik tespiti, tür heterojenliği veya tür sayısıdır. Memeli popülasyonlarının fosil memelilerde tanımlanabilen ve onların ekolojik nişiyle ilgili olan üç değişken vardır. Bu “ekodeğişkenler” vücut boyutu, hareket adaptasyonu ve beslenme tercihleridir (Andrews, 1996; Kovaravic, Andrews

ve Aiello, 2002). İlki bilinen vücut ağırlıkları üzerine bireylerin diş ve üye boyutlarında gerilemeyle tespit edilebilir. Vücut boyutu, bir modern memeli komünitesinde daha kolay ölçülebilen bir karakteristiktir ama en az ayırıcıdır. Vücut boyutu ile çevre arasındaki ilişki ve komüniteler arasındaki belirli boyutlu türlerin bağlantısı tamamen anlaşılammıştır. Bununla birlikte, alan kullanımında, bir küçük memelinin çevresi, büyük bir memelininkinden çok farklıdır. Örneğin, tek bir ağaç tüm bir kemirgen ailesine ev olabilir ama büyük memeliler için sadece gölge sağlamaktadır. Mevcut türler için vücut ağırlığı sınıflandırmaları türlerin ağırlık dağılımlarının ortalamasının hesaplanmasıyla tespit edilebilir (Kovaravic, Andrews ve Aiello, 2002: 397).

İkincisi, kazıcı (fossorial), karasal (terrestrial), ağaçlarda yaşayan (arboreal) ve havaya ait (aerial) adaptasyonlar arasında kolayca ayrılan üye oranları ve fonksiyonları üzerinden tespit edilmektedir. Hareket adaptasyonları onlara en uygun olan coğrafik niş açısından hesaplanmıştır. Her bir cins/tür belirli bir coğrafik niş içinde türün manevra yapmasına izin veren üye kemiklerinin morfolojik adaptasyonlarına dayanan bir hareket sınıfında toplanmıştır (Kovaravic, Andrews ve Aiello, 2002: 397).

Üçüncüsü, diş aşınması üzerine mevcut bilgiler içeren detaylı diş ve çene anatomisine dayandırılmaktadır. Coğrafik niş, üye oranları ve fonksiyonlardan tespit edilmektedir. Besinsel niş, diyet ve elde edilebilir diş aşınması üzerine verileri içeren çene ve diş anatomisi arasındaki karşılaştırmalara dayanmaktadır. Bu, böcekçil, meyvecil ve otçul adaptasyonlar arasındaki tanımlanabilir ayrımları göstermektedir (Andrews, 1996: 277). Dental morfolojide, molar tüberküllerinin özelleşmesi (makaslama, koparmak, ezmek, öğütmek, vb.), hipsodontluk derecesi, köpekdişi

morfolojisi ve eksilmesini dikkate alınmaktadır (Kovaravic, Andrews ve Aiello, 2002: 397). Coğrafi (sınırları belli) ve besinsel niş, Odum tarafından saptanan nişin üç yönünden ikisini oluşturmaktadır. Vücut boyutu, üçüncü olan çok-boyutlu nişin önemli bir yönüdür. Bir fosil memeli komünitesinde, tüm memeliler için bunların kombinasyonu bu komünite tarafından kullanılan ekolojik niş alanlarının göstergesi olarak alınarak komünitenin yapısı belirlenebilir (Andrews, 1995b: 66).

Fosil faunalarda genel problemlerden biri tafonomik bozulmalardır. Bu bozulmaları tespit etmek için kullanılabilen komünite yapısı analizinin iki yolu vardır. Bunlardan biri, farklı ortamlar arasında standart şekilden herhangi bir değişim kolaylıkla göze çarptığı için, boyut dağılımlarını analiz etmektir. Boyut dağılımındaki değişiklikler tafonomik bozulmaların en yaygın şekillerinden biridir ve bu bozulmaları saptamak için elverişli bir yöntem oluşturmaktadır. Tafonomik bozulmaların tespiti için kabul edilen ikinci yol ise seyreltmeyle ekolojik analizi değiştirmektir. Seçilen parçaların elenmesi ve karşılaştırmalı faunal komünitelerin giderek küçülmesiyle, tafonomik süreçlerin bir benzeri oluşturulmaya çalışılmaktadır (Andrews, 1996: 279).

3.8.4.1. Boyut analizi

Komünite ekolojisine en basit yaklaşımlardan biri, komünitedeki bireylerin vücut boyutları ölçümünü kullanmaktır. Memeli faunalarının paleoekolojik olarak yeniden kurulması Legendre (1986, 1987) tarafından senogramlara (sıralanmış dağılımlara) dayandırılmaktadır (Andrews, 1995b: 65). Türler küçükten büyüğe sıraya konarak işaretlenmiştir. Hem çizginin dikliği, hem de sürekli dizide kırılmanın varlığı farklı habitatları göstermek için kullanılmıştır. Eğimin düzlüğü, kapalı gölgelik bitki örtüsünü göstermek için kullanılmaktadır. Memelilerin yüksek tür

farklılıklarının genellikle böyle bitki örtüsünün bir özelliği olduğu saptanmıştır. İspatlamak için bir senogram hesaplamak gerekirse de bu mantıklı bir sonuçtur (Andrews, 1996: 278).

3.8.4.2. Ekolojik çeşitlilik

Bir ekolojik çeşitlilik analizi, farklı habitatlardaki komünitenin yapısını göz önüne almaktadır (Andrews, Lord, Nesbit Evans, 1979). Modern çevrelerin profili diyet, vücut boyutu, hareket kategorileri ve taksonomik grup ile ekolojik çeşitlilik açısından çizilmektedir. Bu profiller fosil sitlerdeki benzer profillerle karşılaştırılmaktadır. Bu yaklaşım, çeşitli ekolojik kategoriler hakkında bilgi edinmek için taksonomik kimliklere dayanmaktadır. Bazı araştırmacılar, bu programın nesli tükenen türlerin günümüzdeki en yakın akrabalarından uyumsal olarak ayrılmasıyla sınırlandırıldığını fark etmişlerdir. Fonksiyonel morfoloji prensipleri kullanılarak betimlenen habitat tercihleri vasıtasıyla önerilen çözüm “takson-bağımsız” bir yaklaşımdır. Bu çalışma daha eski bir çalışma olan taksonomik üniformitarianizm’den ayrılmaktadır. Takson-bağımsız algılanmaktadır ve ekomorfoloji olarak tanımlanan çalışmanın geleneğindedir (Scott, 2004: 9)

Belirli bir ortamın biyotik ve abiyotik parametreleri içinde hayatta kalmak için türde meydana gelen adaptasyonlar, tür mevcudu farklı olsa bile komüniteler arasında paylaşılabilir. Benzer biçimde, farklı kıtalardan faunaların ve böylece farklı tür kompozisyonlarının benzer habitatlardaysa benzer ekolojik çeşitlilik şekillerine sahip olduğu ispatlanmıştır (Andrews, 1992a). Ekolojik çeşitlilik, ortamdaki bir komünitenin türleri tarafından kullanılan coğrafik ve besinsel nişlere adaptasyonlardan elde edilmektedir (Kovaravic, Andrews ve Aiello, 2002: 397).

Ölçülebilir komünite ekolojisinin birkaç seviyesi vardır. Basit tek değişkenli veya iki değişkenli istatistikler, açık problemler için yeterli olabilir ama sorular daha karmaşıklaştığında onları cevaplamak için daha büyük istatistiksel kuvvette veriler gerektirmektedir. Komünite verileri karmaşıktır, veri tabanında kapsanan bilgilerin birçoğu gereksizdir ve kullanışlı bilgilerden bunları ayırt etmek problemidir. Bu, çok değişkenli analiz kullanarak çalışılmıştır ama çok değişkenli metottan cevapların daha çok yorum gerektirmesi, yöntemdeki daha karmaşık soruları ortaya çıkarması ve daha gelişmiş analiz metotlarına götürmesi kaçınılmazdır. Ayrıca çok değişkenli analiz (veya gerçekten istatistiksel analizin herhangi bir formu), doğrudan çevresel bilgi sağlamamakta ama sadece sınıflandırma ile verileri düzenlemektedir (Andrews, 1996: 278-279).

Ekolojik çeşitlilik analizleri verilen besinsel ve harekete ait adaptasyonlarla taksonomik grubun varlığını vurgulamakta ve ekolojik bir ortamdaki bu taksonomik grubun yeri üzerine odaklanmamaktadır. Taksonomik grubun farklı besinsel, harekete ait adaptasyonları ve habitat tercihleriyle popülasyon boyutunun teorik olarak paleoekolojik içeriği anlamamız için önemli olduğu düşünülmektedir. (Scott, 2004: 11).

3.8.4.2.1. Seyreltme

Tüm paleoekolojik yorumlamalarda ortak iki problem vardır. İlk problem tafonomik bozulmaların fosil faunaların kompozisyonunu değiştirmesinden dolayı fosil faunaların orijinal komünitelerle akrabalık ilişkisinin az olması veya hiç olmamasıdır. Tafonomik bozulmalar tüm fosil faunalarda bulunmaktadır, ancak çoğu kez yeterli toplama teknikleri olmadığı için bilinmemektedirler. İkinci problem, geçmiş ekosistemlerin günümüzdeki özdeşlerinden farklı olmasıdır. Geçmiş

yorumlayabilmek için günümüzü kullandığımız için, ekosistemlerin evrimleştiği ve doğrudan karşılaştırmaların yapılamadığı durumlarda, koşulları tanımlayabilmek için bazı yöntemlere gereksinim duyulmaktadır. Türlerin olağandışı taksonomik ve morfolojik birliktelikleri bazı durumların göstergesi olabilmektedir. Tafonomik değişim ilk neden olarak elendiği halde, bu yöntemler geçmiş ekosistemlerin sadece kısmi bir görüntüsünü vermektedir. Gözlemlenen birlikteliklerin tüm ekosistemin bir temsilcisi mi, yoksa fosil kayıtların bir kalıntısı mı olduğu belirsiz kalmaktadır (Andrews, 1995b: 68).

Komünite yapısındaki tafonomik değişimler ya da geçmiş ve günümüz ekosistemleri arasındaki farklılıklardan kaynaklanan değişimleri kendi amacımız doğrultusunda çok değişkenli verilerle kullanmak olasıdır. Küçük türlerin, ağaçlarda yaşayan türlerin, etçil türlerinin ve benzerlerinin kaybı gibi çeşitli nedenlerle değişime uğramış güncel memeli komünitelerinin karşılaştırılabilir modellerini oluşturabilmek üzere Öklid aralıkları kullanılmaktadır. Güncel faunalar seyreltme süreci ile fosil faunaların boyutuna düşürülebilmektedir. Daha sonra fosil ve indirgenmiş güncel faunalar arasında, görsel ya da istatistiksel olarak en yakın benzerlerinin bulunması amacıyla karşılaştırma yapılmaktadır. Bu sayede fauna ile ilgili tafonomik çıkarımlarda ve faunanın paleoekolojisi ile ilgili çalışmalarda daha güvenilir sonuçlara ulaşılabilmektedir. Karışık kaynaklardan gelen, günümüzdeki habitatlardan daha karmaşık bir habitatı temsil eden fosil faunalar yaşayan faunaların bileşimine benzetilebilmektedir (Andrews, 1995b: 69).

3.9. Çevresel Rekonstrüksiyonlar için İklimsel Bakış Açıları

Yaklaşık 5 milyar yaşında olan dünyada plaka tektoniği ve katastrofik olaylara bağlı pek çok iklimsel değişim ve süreç yaşanmıştır. Bunlardan en

önemlilerinden birisi yaklaşık 65 milyon yıl önce küresel olarak tüm dünyayı etkileyen, meteorik ve volkanik faaliyetlerle geliştiği öne sürülen olaylardır. Büyük çaplı iklimsel değişimlerin meydana geldiği II. ve III Zaman geçişi ile sınırlandırılan, Kretase-Tersiyer sınır olayları olarak da bilinen bu olaylarla pek çok canlı grubu yok olmuştur (Boşgelmez, Boşgelmez, Paslı, Savaşçı ve Kaynaş, 2000: 89).

Eski çevreyle ilgili betimlemeler, teorik uzantılara (Milankovitch döngüsü gibi) ve gözlemsel delillere (paleontoloji gibi) dayanmaktadır. Genel olarak eğilim, teorik beklentilere uygun sınırlı gözlemsel delillere ulaşarak öncekiyle daha sonrakini düzenli şekilde birbirine bağlamaya çalışmaktır. Güncel paradigma altında, ana eğilim orta ile yüksek enlemlerdeki iklimsel değişimlerin (özellikle sıcaklık içerenlerin) tropikal kuşaklara sürüldüğünü varsaymaktır. Diğer eğilim ise okyanuslardaki sıcaklık değişimlerinin, karalardaki sıcaklık değişimleri için mantıklı analoglar olduğudur. Bu uygulamalara güvenmemek için nedenler vardır. Bazı düşünceler ve deliller, günümüzde iklimlerin nasıl işlediğine, teorik olarak biyolojik aktivitede zamana bağlı değişikliklerle ve ormanlık-bitki türlerinin zenginliğiyle nasıl ilişkili olduğuna dayanarak uygulamaların neden uygun olmayabileceğini göstermektedir (O'Brien ve Peters, 1999: 57).

O'Brien ve Peters, (1999: 57) iklimin eski çevrenin betimlenmesindeki rolüyle ilgili çalışmasında dört anahtar konuyu dikkate almıştır: 1) hem yağış miktarı, hem de sıcaklık, iklim/bitki örtüsündeki değişiklikler değerlendirildiğinde nasıl dikkate alınmalıdır; 2) iklim/bitki örtüsündeki değişikliklerin küresel iklimsel değişikliklerden ziyade (örneğin Milankovitch döngüsü gibi) fiziki coğrafyada bölgesel ile yerel değişikliklerde nasıl bir işlevi olabilmektedir; 3) sulak alanlar, özellikle drenajdan kaynaklanan çimenlikler, Afrika'da eski iklimsel değişikliklerin

bir göstergesi olan çimen polenini nasıl yapmaktadır; 4) odunsu bitki türleri zenginliği ile ilişkili iklimlerin ve böylece bitki örtüsünün paleoekolojik bozuklukları açıklamada nasıl kullanıldıkları.

İnsanın orijini ile ilgili bazı teoriler, eski iklim değişimlerinin, iki ayak üzerinde duruş, beyin büyümesi ve diğer insan özelliklerinin gelişimi üzerinde kuvvetli evrimsel etkiler olarak etki yaptığını ileri sürmüştür. Bazı teoriler de insanoglunun iklimsel değişikliklerden bağımsız olarak, örneğin tür arasında veya içindeki rekabetten dolayı adaptasyonların ortaya çıkmasıyla meydana geldiğini öne sürmüştür. Araştırmacılar için asıl sorgulama, ilk insan fosil kaydındaki anahtar gelişme aşamalarıyla aynı zamanda meydana gelen, iklimdeki tarih öncesi değişimlerin bulunup bulunmadığıdır. Behrensmeyer, eski küresel iklim değişimi kayıtlarının başlıca okyanus tortullarından geldiğini açıklamıştır. Bunlar yaklaşık olarak üç milyon yıl öncesindeki daha soğuk, kuru ve daha çeşitli koşulları göstermektedir. Erozyon ve tektonik hareket gibi jeolojik güçler böyle delilleri açığa çıkarmakta veya silmektedir (Owen, 2006).

3.10. Evrimsel Paleoekoloji ve Metotları

Cutler, Behrensmeyer ve Chapman'a göre (1999: 360) evrimsel paleoekolojideki birçok temel soru, ekolojik ve/veya evrimsel değişim arasındaki ilişkiye dayanmaktadır. Eski çevrelerin doğru olarak tanımlanabilmesi için bu soruların muhakkak yanıtlanması gerekmektedir. Sedimantolojik ve jeokimyasal veriler, eski çevrelerin bazı açılardan betimlenmesi için genellikle kullanışlı olsa da, fosiller hala tek başına eski çevreler ve habitatlar hakkında ana bilgi kaynağıdır. Ekolojik betimlemelerin fosil toplulukların kompozisyonuna bağlı olup olmadığına

bakılmaksızın, böyle betimlemelerin güvenilirliği, fosil kalıntılarının ölüm-sonrası değişiklikleriyle sınırlanmıştır.

Günümüzdeki ortamlarda yaşam-ölümle ilgili birçok çalışma, yaşayan komüniteler ve iskelet toplulukların taksonomik bileşimini karşılaştırarak ikisi arasındaki farklılıkları vurgulamaktadır. Böyle çalışmalar, korunmuş kalıntıların kapsadığı ekolojik bilgilerdeki tafonomik süreçlerin etkilerini net bir biçimde gösteremez. Belirli bir habitata ait taksonomik grubunun varlığı, açık habitatlardaki koşucu formların ve ağaçlık habitatlardaki ağaçlarda yaşayan türlerin olması gibi, eski çevresel, betimlemeler için kullanılmaktadır, ancak tafonomide açıklanamayan değişikliklerin etkisi altındadır. Genellikle, araştırmacılar yumuşakçalar ve omurgalılar gibi korunabilir taksonomik grupların yaşayan faunalarının iskelet topluluklarıyla oldukça iyi tanımlanabildiğini ortaya koymuşlardır. Ancak iskelet topluluklarının bileşimini değiştiren tafonomik süreçlerin büyüklüğü, çevreler arasındaki taksonomik farklılıkları engelleyebilir veya arttırabilir mi? (Cutler, Behrensmeyer ve Chapman,1999: 360).

Habitatta uzmanlaşmış olan hayvan kalıntılarının seçilerek yok olması, genellikle taksonomik grubun ortak bir merkeze doğru toplulukları azaltarak çevresel farklılıkların görülmesini engelleyebilir. İskelet kalıntılarının ölüm-sonrası taşınması veya habitat sınırlarının kayması da karışık topluluklarla çevreler arasındaki farklılıkları azaltmaktadır. Her iki durumda da, farklı çevrelerden toplulukların kompozisyonu tafonomik değişikliklerin artmasıyla birbirine yaklaşmaktadır. Diğer yandan, eğer tahrip, çevreler arasında farklıysa (farklı ajanlar veya tahrip oranına bağlı) veya habitat genellikle seçici olarak tahrip etmişse topluluklar ayrılabilir. Zaman-ortalaması da çevresel farklılıkları arttırma eğilimindedir. Tespit edilen

değişiklik derecesi önemsizse veya türler genellikle eşit olarak etkileniyorsa tafonomik süreçler toplulukların ayırt edici çevresel özellikleri üzerinde küçük bir etki ağına sahip olabilir. Tafonomik süreçlerin etki derecesi, asıl ekolojik göstergelerin etki derecesine karşıdır. Birbirini destekleme ya da karşı koyma derecesi, iskelet kalıntıları yardımıyla betimlenebilen eski çevreyle ilgili bilgiyle tespit edilebilir (Cutler, Behrensmeyer ve Chapman,1999: 360).

Fosil kayıt, deneysel bilimlerdeki gibi hipotezin test edilmesini sağlayan delilleri veren “doğal deneyler” in bir serisi olarak tanımlansa da bu, analogi otoriter bir anlayışta gerçek değildir. Geçmiş kullanılamaz veya uygun kontrollerle deneyleri tasarlanamaz. Sadece tarihsel olgu gözlemlenebilir. Genellikle kısa-dönemli süreçler gözlemlense de uzun-dönemli süreçler de kaydedilebilir. Eğer bu süreçler farklı bir zamanda ve farklı biyotalarda tekrar ediyorsa, ekolojik süreçler altında kanıtlanabilir. Zaman ortalaması ve diğer tafonomik bozulmaların etkisi maskelenebilir, değişebilir veya bu süreçlerin altında taklitçi şekiller oluşturulabilir (Wing, Sues, Potts, Dimichele ve Behrensmeyer, 1992: 4).

Wing, Sues, Potts, Dimichele ve Behrensmeyer’e göre (1992: 4) nesli tükenen ve yaşayan komüniteler arasında karşılaştırma yapmak için iki gereklilik vardır: (1) fosil örneklerden elde edilecek güvenilir çıkarımlar ve tür ilişkilerini betimlemek (2) tür ilişkileri taksonomik olarak farklı olduğunda bile ekolojik olarak anlamlı olan karşılaştırılabilir yapısal veya morfolojik özelliklerin indeksi.

Belirli evrimsel olaylarla ilgili olarak geçmiş çevreler yorumlanmaktadır. Bu, özellikle ilk insan evrimi anlayışında çok büyük değişikliklere neden olmuştur. Uzun yıllar, en eski homininlerin ağaçların olmadığı kırlarda yaşadığı ve iki ayak üzerinde

yürüme gibi anahtar hominin özelliklerinin böyle ortamlarda evrimleştiği düşünülmektedir. Daha çok son zamanlarda hominin kladının daha eski bireylerinin ayrıca eski çevresel analizlerin keşfi, odak noktasını gittikçe daha ormanlık ve nemli ortamlara doğru ve hatta iki ayaküstünde yürümenin ağaçlarla ilgili olarak ortaya çıktığı düşüncesine doğru değiştirmiştir. Hominin kladının ilk bireylerinin, ilk olarak iki ayaküstünde yürüyüşle evrimleştiği çevresel koşullar hakkında meydana gelen paradigma değişimi, evrimsel olaylara bağlanmıştır (Soligo ve Andrews, 2005: 207).

İlk homininlerin evrimleştiği çevresel koşulları betimlemek için kullanılan teknikler paleosol, floral ve faunal delillerin analizine dayanmaktadır. Paleosol ile ilgili yaklaşım, tortul kayaların jeolojisi ve tortulaşma zamanında veya sonra tortullar üzerinde rol oynayan biyolojik süreçlerin delillerine dayanmaktadır (Soligo ve Andrews, 2005: 207).

Karasal çevreleri kaplayan fosil hominoidler vasıtasıyla yeni metotlar düzenlemek istenmektedir. Detaylı olarak iki yöntem göz önünde tutulmaktadır: memeli faunaların diğer bölümleriyle bağlantılı olan deliller ve hominoidlerin kendilerinden gelen deliller. Deliller bağlantılı olarak dört maddede incelenebilir: 1. Güncel faunalar ile memeli fauna bölümlerinin taksonomik karşılaştırmaları. 2. Memeli faunalarla karşılaştırılabilen canlı türlerin işlevsel benzerlikleri. 3. Ya tür zenginliği ya da tür çokluğu bakımından memeli faunaların tür çeşitliliği analizi. 4. Habitat ve adaptasyon etkileşimine, özellikle çok-boyutlu nişteki boyut dağılımları, coğrafik nişteki hareketle ilgili adaptasyonlar ve tropik nişteki diyet adaptasyonlarının analizine dayanarak (primatları da içeren) tüm memeli komünitesinin ekolojik yapısının analizi. Bu metotlar, hominoid fosil kayıtlarından alınan örneklerle tekrar gözden geçirilebilir (Andrews, 1996: 258).

Soligo ve Andrews'a göre (2005: 207) çevresel betimlemenin bir metodu, fosil sitin faunal kompozisyonunun yorumlanmasına, belirli bir biçimde memelilerin tür tanımlamalarına ve ekolojilerinin yorumlanmasına dayanmaktadır. Bütün faunaların komünite analizi ve fauna bölümlerinin ekomorfolojisi memeli paleoekolojisinde en son iki yöntemdir. Modern memeli faunalarının ekolojik olarak nitelendirilmesi büyük oranda yoğunluk verilerine dayanmaktadır. Özellikle yaygın olarak kullanılan biyolojik çeşitlilik göstergeleri tür miktarı ve tür bireylerinin çokluğunun her ikisine dayanmaktadır. Tafonomik süreçlerin iyi anlaşılması geçmiş ekolojik bozulmaların ve eski çevresel betimleme verilerinin değerli bir kaynağını sağlamaktadır.

BÖLÜM IV

FOSİLLEŞME ve FOSİLLEŞME ORTAMLARI

Bu bölümde, tafonomi konusunun daha iyi anlaşılabilmesi için fosil, fosilleşme, fosillerin depolanma ortamları ve onların incelenmesi, fosil yataklarının depozitlerinin çalışılma metotları ve jeolojik içeriğin önemi işlenecektir.

4.1. Fosilleşme

Shipman'a göre (1981: 1) en geniş tanımlamayla *fosil* bir zamanlar yaşamış bir organizmanın herhangi bir izi, etkisi veya kalıntısıdır. Shipman (1981: 3) fosil hayvanların çok önemli olduğunu vurgulamıştır. Çünkü ölüm, onu değiştiren birçok faktörü beraberinde getirmektedir. Fosiller bu yüzden paleoekologların ilgisini çekmektedir. Fosil hayvanların birçoğu kas, et ve beyin gibi yumuşak dokulara sahip değildir, kemikleri birbiriyle eklem yapmamaktadır, kemiklerin bazıları kırılmakta veya yok olmaktadır.

Kemikler, insan faktörü, diğer biyolojik faktörler veya fiziksel süreçlerin etkisiyle hem gömülmeden önce (birincil değişiklik) hem de gömülmeden sonra (ikincil değişiklik) değişmektedirler (White, 1992: 101). Fosiller, genellikle orijinal sert kısımların ikincil minerallerle yer değiştirmesinden dolayı *taşlaşmış* olarak değerlendirilirler. Fosillerin çoğu, kendi orijinal mineral içeriklerini, bazı durumlarda ise yumuşak kısımlarını korumaktadırlar (Behrensmeyer, 1984: 561).

Canlılar ölümlerinde fosilleşme ortamlarına girerler, ancak pek azı gerçekten fosil haline gelmektedirler. Fosilleşemeyenler, ölüm ve gömülme arasında kalan ölüm

sonrası dönem, gömülme ve fosilleşme arasında kalan depolanma sonrası dönem ya da fosilleşme sonrası dönemlerde tahrip edici etmenlerin etkisi ile yok olurlar. Kemiklerin korunma durumlarına etki eden pek çok faktör bulunmaktadır. Bunlar, kemiklere zarar vererek tahribata neden olan, onları bir araya getiren ve toplanması sırasındaki etkenlerin tamamıdır (Shipman, 1981: 17). Birçok organizma fosil haline gelemediğinden, geçmişte yaşayan ekosistemler ve fosil kayıt arasında ne gibi biyolojik ve jeolojik süzgeçlerin olduğunu, bu süzgeçlerin dünya tarihinde değişip değişmediğini öğrenmek önemlidir (Badgley, 2000: 212).

Bir canlı öldüğünde onun kemikleri ve dişleri tahrip edici etkenlerin etkisi altında kalmaya başlamaktadır. Ölüm nedenleri arasında yırtıcılar tarafından yenilme, hastalık, ihtiyarlık, kaza, açlıktan ölme ve susuzluk sayılabilir (Shipman, 1981: 18). Tafonomi, fosil toplulukların ölüm oranı, çürüme, ayrılma, taşınma, gömülme, biyoturbasyon (toprağın biyolojik olarak karışmasını) ve zaman ortalamasını, fosilleri koruyan tortul çevreleri, diyajenez ve fosil kaydının bütünlük durumunu incelemektedir. Çalışmalar çoğunlukla biyoloji ve jeoloji arasındaki ara yüzdedir. Çünkü tafonomi potansiyel olarak tüm organizma çeşitleriyle ilgilenmektedir (Badgley, 2000: 212).

Geçmiş betimlemek için bir fosil topluluğu analiz ederken karşılaşılan en büyük problem, kalıntıların yaşadıkları ilk alandaki hayvan komünitelerini ne kadar yansıttığının anlaşılmasıdır. Paleoekologlar yaşayan bitki ve hayvanların, birbirleri ve çevreleriyle nasıl etkileştiklerinin detaylı bir görüntüsünü istemektedir. Ancak fosil kayıttaki eksiklikler belirsizliklere neden olmaktadır. Jeolojik ortam da bir komünitenin korunma durumunu çok etkilemektedir. Bu nedenlerden dolayı, bir paleoekolojik betimlemede çeşitli korunma faktörlerinin etkisi hesaba katılmalıdır.

Shipman'a göre her zaman bir fosil topluluğun, her zaman geçmişte yaşamış bir hayvan komünitesini temsil ettiği varsayımı yanlıştır. Birçok eski paleontolojik çalışmada varsayımlar şunlardır: (Shipman, 1981: 5).

- *Yaşam ortamları ölüm ortamlarına eşittir.* Hayvanların yaşadığı ortamda öldüğü varsayılmaktadır.
- *Fosil kayıttaki çokluk, orijinal komünitelerdeki çokluğu yansıtmaktadır.*
- *Aynı fosil toplulukta bulunan tür, yaşamdaki türlerin simpatrisini yansıtmaktadır.* Hayvanların birlikte aynı alanda yaşadıklarını varsaymaktadır.
- *Fosil kayıttaki bir türün yokluğu, orijinal komünitedeki yokluğu veya seyrekliği yansıtmaktadır*

Paleontologlar yirminci yüzyılın sonlarına doğru bu varsayımların çoğunlukla yanlış olduğunu fark etmeye başlamışlardır. Geleneksel olarak, paleontologlar fosil materyalleri iki yönden çalışmaktadır: anatomi ve taksonomi. Yaşayan ve nesli tükenen benzer türlerin karşılaştırmalı anatomik çalışmaları, nesli tükenen türlerin adaptasyonları ve davranışlarını ortaya çıkarmaya yardımcı olabilmektedir. Fosil türler arasındaki ilişkileri gösteren taksonomik çalışmalar, çoğunlukla anatomik çalışmalara dayanmaktadır. Paleontologlar anatomik olarak benzeyen türleri karşılaştırarak, evrimsel tarihte türlerin olası bozulmalarına dair ipuçları aramaktadır (Shipman, 1981: 5).

4.1.1. Depolanma ve Gömülme

Araştırmacılar için belirli bir fosilin ekolojik tarihinde, dört önemli olayı tanımlamak önemlidir: doğum, ölüm, gömülme ve keşfedilme. (Lawrence, 1968:

1316). *Gömülme* tafonomik tarihlere önemli bir bakış açısı olarak kabul edildiğinde, tafonomik geçmişte faunal kalıntıların iki döneme ayrılması önemlidir (Lyman, 1994: 406). Korunabilen sert parçaların bulunması ve fosil haline gelme zamanından bir organizmanın karışık tarihi, gömülme öncesi ve gömülme sonrası diye ayrılmaktadır. Her iki dönem süresince çok sayıda faktör, ilk komünitenin yapısı ve kompozisyonunu değiştirmektedir. Tüm fosil toplulukları bazı değişikliklere maruz kalmaktadır; bu nedenle, başlıca problem, fosil komünitelerin tanımlanmasında değişimlerin derecesini ve nedenini tayin etmektir (Fagerstrom, 1965: 1198).

Faunal kalıntıların *depolanması*, hem bir arazi yüzeyinde hem de var olan tortul üniteye dinamik yer değiştirme ile ilgilidir. Gömülmeyle eşzamanlı depolanmaya örnekler, bir hayvanın volkanik külle doğal felaket nedeniyle gömülmesi veya kazıcı bir kemirgenin tüneline ölümü olabilir. Gömülme, faunal kalıntıların tortulla, sırasıyla kum veya bitki gibi mineralojik veya biyolojik olarak kaplanmasıyla olmaktadır. Depolanma ve gömülme arasındaki ayrım çok ayrıntılı görünmesine rağmen, aslında değildir. Bir kemik yeryüzünde olduğu gibi depolanmış veya uzun bir süre gömülmemiş olabilir; gömülmenin zamanlaması havaaltı ortamda hava şartlarının etkileri, çığnenme gibi etkilere maruz kalabilme ihtimalini de ortaya çıkarmaktadır. Depolanma ve gömülme arasındaki fark, biyostratinomik (gömülme-öncesi) süreçlerden diyajenetik (gömülme-sonrası) süreçlerin ayrılmasına izin vermektedir (Lyman, 1994: 406).

Depolanma sonrası meydana gelen (örneğin; çığnenme) biyostratinomik süreçler gömülme-öncesi süreçte (örneğin; kesim) meydana gelenlerden ayrılabilir. Depolanma ve diyajenez arasındaki tafonomik süreç gömülmedir. Gömülme süreci faunal kalıntıların, gömüldüğü tortulların tipine göre ne kadar

derinlikte olduğunu etkilemektedir. Bazı diyajenetik süreçler gömülmenin derinliğinden bağımsızdır (örneğin, yüklenen tortul ağırlığı). Bir tafonomik tarihte sadece gömülme ve depolanma oranları değil bundan dolayı erozyon veya tortul taşınma olayları da çok önemlidir (Lyman, 1994: 406).

4.1.2. Ölüm Sonrası Tahrip ve Taşınma

Shipman (1981: 19) fosillerin dağılma şekillerinin farklı faktörlere bağlı olduğunu ileri sürmüştür. Bu faktörler;

1. Jeolojik olaylar ve koşullar (hidrolik kuvvetler, lav, çamur akıntıları, erozyon gibi)
2. Biyolojik olaylar (hominid aktiviteleri, tünel kazma gibi yaşam alışkanlıkları, ölüm şekli ve diğer türlerin ölen hayvan üzerindeki eylemleri gibi)
3. Zamana ait olaylar (tür çokluğundaki değişiklikler, ekolojik zonlardaki kaymalar, türlerin adaptasyonlarındaki evrimsel değişiklikler ve iklimsel değişiklikler gibi)

Genellikle bir organizma yaşamını yitirdiği yerde kalmaz, rüzgar ya da diğer canlılar ile başka yerlere taşınabilir. Şayet bir canlı yaşadığı yerde ölmüş ve fosilleşmiş ise böyle fosillere “otokton fosil” adı verilir. Örneğin; oyucu lamellibranslar yaşadıkları ortamda ölen ve aynı yerde fosilleşen organizmalardır. Şayet fosilleşme organizmanın yaşadığı ortamdaki başka bir yerde olursa buna da “allokton fosil” adı verilir. Ayrıca, bir yerde bulunan fosiller erozyon ile yeniden tortullaşmaya karışıp yeni bir ortamda birikirlerse bu tip fosillere de “römaniye fosil” denir. Römaniye fosiller içinde buldukları tortullardan daha yaşlıdırlar (Sür, 1979: 2).

Paleoekolojik rekonstrüksiyonlarda hayvan kemiklerinin geldiği yer problemi merkezdedir. Bir hayvanın otokton veya allokton türeyip türemediğini tespit etme problemi, özellikle flüvyal çevrelerle ilişkili olduğu zaman omurgalı paleoekolojisinde genişçe tanımlanmıştır. Otokton topluluklar eklemli kemiklerin ve daha çok anatomik unsurun olmasıyla tanımlanmaktadır (Coard, 1999: 1369).

Kemiklerin hidrolik potansiyeli dört koşul altında test edilmektedir; 1. kuru ve eklemsiz; 2. kuru ve eklemli; 3. nemli ve eklemsiz ve 4. nemli ve eklemli. Böyle bir aralıkta kemiklerin test edilmesinin, doğal ortamlarda kemiklerde oluşabilecek değişimleri daha iyi yansıtacağı beklenmektedir. Bu yüzden flüvyal olarak birikmiş topluluklar, taşınma potansiyelini daha iyi tayin edecek bir çatı sağlamaktadır (Coard, 1999: 1370).

Diğer büyük tafonomik problem, tortul çevrenin rolü ve onun farklı taksonomik grup ve iskelete ait unsurlar arasındaki oran üzerindeki etkisidir. Omurgalı kemikler boyut, yoğunluk, ağırlık ve biçim olarak oldukça farklıdır. Bu tür kemikler çeşitli taşınma unsurlarından farklı şekillerde etkilenmektedir. Flüvyal çevrelerde küçük ve hafif unsurlar, örneğin, kaburgalar ve cranial parçalar, mandibula ve dişlerden daha hızlı taşınmaktadırlar (Alemseged, 2003: 458).

Shipman'a göre (1981: 21) bir hayvanın ölümünden sonra korunup korunmaması, içinde bulunduğu koşullara ve kısmen kemiğin korunma potansiyeline bağlıdır. Birkaç farklı veriye göre korunma potansiyelinin, öncelikle kemiğin boyutuna, şekline, bileşimine ve diğer fiziksel özelliklerine bağlı olduğu ileri sürülmüştür.

4.1.2.1. Kemik Boyutu

Bir kemiğin boyutu; yırtıcıların tercih nedeni, su içindeki davranışı ve kırılabilirliğe olan dayanıklılığı nedeniyle genellikle hacim olarak ölçülmektedir. Boyutun farklılığı, farklı mesafelerde önemlidir. Örneğin; küçük boyuttaki kemikleri, yırtıcılar ve küçük leşçillerin tercih ettikleri bilinmektedir. Eğer kemikler bir yere toplanmış ve daha sonra tortul ortamına gömülmüş ise korunma şansları daha yüksektir. Çok küçük kemikler, bir buluntu yerinde ya çok fazla ya da çok az bulunurlar. Küçük kemikler, ezilme ve hava şartlarından daha kolaylıkla etkilenmektedirler (Shipman, 1981: 22).

4.1.2.2. Kemik Bileşimi

Kemik bileşimi ile korunma durumunun ilişkisi, depolanma öncesi ve sonrası süreçlerin neden olduğu tafonomik karışıklığın göreceli etkisini tayin etmemizi sağlamaktadır. Bu tafonomik karışıklık insan geçinme şekilleri ve paleoekolojik koşulları yorumlamamızı engellemektedir (Bar-Oz ve Dayan, 2002: 148). Kemiğin bileşiminin “kemik yoğunluğu” olarak adlandırılması yanlıştır. Bir iskelet parçasının korunma potansiyeli düşünüldüğünde süngerimsi dokunun, kompakt dokuya olan oranı (S/K oranı) ele alınmalıdır. Bu oran, türler arasında farklılaştığı ve her iskelet parçası kendine özel bir S/K oranına sahip olduğu için farklı şartlara farklı tepkiler göstermektedir. Kemiğin bileşimi, bir kemiğin hem gömülmesini, hem de varlığını sürdürme olasılığını etkilemektedir. Etçillerin kompaktan çok süngerimsi kemikleri tercih ettiği bilinmektedir. Ayrıca, süngerimsi doku ufalanmaya daha elverişli olduğundan yırtıcıların çoğunlukta olduğu yerlerde zarar görmeden kalması mümkün değildir. Klein'a göre (1975) hominidler iliğe ulaşmak amacıyla daha çok kemikleri gövdelerinden, buna karşın yırtıcılar ise genellikle kemikleri eklem yerlerinden kırıyorlardı (Shipman, 1981: 25).

Gömülme, topraktaki biyolojik, fiziksel ve kimyasal süreçler kemiklere zarar vermektedir ancak dişler korunmaktadır (Bar-Oz ve Dayan, 2002: 150). S/K oranı ele alındığında, dişlerin neden çok yüksek oranda korunduğu da ortaya çıkmaktadır. Dentin ve mine tabakasından oluşan dişler, kemik dokuya oranla daha yüksek bir yoğunluk oranına sahiptir ve genellikle, diğer kemiklere göre daha küçük boyutludur. Küçük olmaları da tortullara çok daha kolay taşınmalarına, yüksek yoğunlukları ve düşük S/K oranları ise onların gömülene kadar ortamda kalmalarına yardımcı olmaktadır (Shipman, 1981: 25).

4.1.2.3. Kemik Şekli

Bir kemik ya da kemik parçasının bir diğer önemli ölçümü de, yüzeyin hacme olan oranıdır. Yüzeyin hacme olan oranı yüksek olan kemikler, yırtıcılar tarafından büyük oranda tüketilmektedir, çünkü bu kemiklerin iliklerine ulaşmak daha kolaydır. Bu tür kemikler ince ve düzdürler. Fosil topluluklarda çoğunlukla parçalı, kırıklı olarak bulunmaktadırlar (Shipman, 1981: 26).

4.1.2.4. Kemiğin Su Ortamındaki Davranışı

Kemiklerin su içindeki dağılım ve taşınma potansiyelleri farklıdır. Bu potansiyel genel olarak "su ortamındaki davranışlar" olarak değerlendirilmektedir. Su ortamındaki davranışların farklılaşması, aynı zamanda, kemiklerin tortullara ulaşma ve yerleşmelerinde de farklılıklar olduğunu göstermektedir. Çünkü tortullara gömülme, fosilleşme açısından oldukça önemli bir aşamadır, ayrıca su, kemiklerin tortullarda depolanmasında rol oynayan önemli bir faktördür. Böylece kemiğin sudaki davranışı, korunma potansiyelini önemli ölçüde etkilemektedir (Shipman, 1981: 30).

4.1.2.5. Yumuşak Doku Kaybı

Fosillerin korunma durumundaki en önemli farklılık, yüksek derecede dayanıklılığa veya mineralleşmiş dokulara sahip organizmalar (kalsiyum karbonat, kalsiyum fosfat, silis, ligninden oluşan; yani korunabilen taksonomik grup) ve çoğunlukla veya tamamen bu tür materyallerden yoksun organizmalar (yumuşak-vücutlu taksonomik grup) arasındadır (Kidwell ve Flessa, 1995: 272).

Yumuşak-vücutlu taksonomik grup nadir koşullar altında korunabilmektedir. Örneğin, doğal bir felaket nedeniyle gömülmüş olan bir komünitenin bir kısmı veya tamamının hızlı tortulaşması ve kalıntıların leşçillerden ve diğer tafonomik unsurlardan yalıtılması gibi. Organizmalar küçük ölçekli bazı koşullarda bozulmamış yumuşak dokuyla korunabilmektedirler. Bu durum, tuz ve humik asitlerde saklanan; donan; anoksik koşullar altında mineralleşen; kehribar ve katranla kaplanan organizmalarda görülmüştür. Yumuşak-vücutlu grupların paleoekolojik, evrimsel ve biyocoğrafik analizleri böyle belirli koşullarla yaratılan nadir “korunma pencereleri” ne dayanmaktadır (Kidwell ve Flessa, 1995: 273).

Oksijen yüklü deniz ve göl yataklarındaki oldukça yavaş tortul birikimi ve nemli ve/veya sıcak koşulların hâkim olduğu kara yüzeylerindeki birçok sıradan çevresel koşul altında yumuşak vücutlu taksonomik gruplar çok düşük korunma potansiyeline sahiptir. Bu tafonomik olarak uygun olmayan koşullar, yaygın olarak donma-erime dönüşümleri, dalga ve gelgit olaylarına uğramış tortulun tünel kazan organizmalar tarafından karıştırılması nedeniyle bazı derinliklerde tortulun içinde de devam etmektedir. Bu nedenle, gömülme, kalıntılar tortul katmanda başlangıç derinliğinden bir miktar yer değiştirene kadar korunmayı sağlayamaz. Yok olma potansiyeli, kalıcı gömülmeyle durdurulamaz -hala kaya diyajenezi (yani sıkıştırma

ve kimyasal değişimler), tektonizma ve erozyon tehlikesi vardır- ama ölüm sonrası ilk aşamalarda meydana gelen birçok değişikliği çalışmak kesinlikle daha kolaydır (Kidwell ve Flessa, 1995: 273).

Yumuşak-vücutlu organizmaların yok olması, biyolojik bilgide önemli bir kaybı göstermektedir. Paleontologlar denizel komünitelerdeki yumuşakçalar, derisidikenliler, mercanlar, eklem bacaklılar, yosun hayvancıkları (bryozoalar), omurgalılar; karasal sistemlerdeki ağaçlı epidermli bitkiler ve polenler, omurgalıların dayanıklı sert kısımları gibi komünitenin korunma potansiyeli en yüksek olan komünite bölümlerini daha çok çalışmaktadırlar (Kidwell ve Flessa, 1995: 273).

4.2. Tortulaşma

Tortulaşma oranı ve şekli, fosil kaydın içeriğini (özel tanımlanan fosiller) ve yapısını (fosillerin mekânda dizilişlerini) etkileyen büyük değişkenler olarak görünmektedir. Tortulaşma yavaş veya hızlı olabilir; tortullar flüvyal olarak veya rüzgârla depolanabilir. Her bir bozulma özel tafonomik izler oluşturmaktadır (Lyman, 1994: 407).

Tortullar bir yerden diğerine bazı yollarla taşınan tanecikli içeriktir. Bir jeolojik depozit veya tabaka, benzersiz fiziksel özellikleriyle diğer ünitelerden ayrılabilen üç boyutlu bir ünite ve tortul parçacıkların bir bütünüdür. Tortulun tanecik boyutu (tanecik boyut dağılımı, dokunun tanecik yönü, tanecik şekli ve tanecik yüzey işaretleri), bileşimi (mineraloji) ve yapısı (tanecik boyutunda küçük ölçekli varyasyonlar, tanecik şekli veya gözenek boşluğu) çökelme ortamı tarafından etkilenmektedir. Tortul tanecik boyutu, tortul çökelme mekanizmasındaki enerjinin büyüklüğünü anlamaya yardım etmektedir. Tortulların çökmesi herhangi bir yerde

olabilen rasgele bir süreç değildir. Tortul miktarı, toprak örtüsünün yapısı, topoğrafya ve işleyen jeomorfolojik süreçler depolanmanın olduğu alanı etkilemektedir (Lyman, 1994: 407).

4.3. Jeolojik İçeriğin Önemi

Paleoantropolojik çalışmalar, jeolojik içeriğin öneminin farkında olan, alanda ve laboratuvarlarda fosilleri çalışan uzmanlar tarafından yapılmaktadır. Fosiller, günümüzde, jeologlar tarafından alan tanımlanana kadar çoğunlukla buldukları yerde bırakılmaktadırlar. Fosilleri tümüyle kaplayan kaya tipinin bir kaydının olması için matrisin küçük bir miktarı örnekler üzerinde bırakılabilir. Bu, önceki toplama ve hazırlama metotlarına göre önemli bir değişimi göstermektedir (Behrensmeyer, 1992a: 187).

Yeterli delille, herhangi bir özel topluluğun fosilleşme koşulları ve ortamlarını ortaya çıkarmak mümkündür. Jeolojik deliller, yöresel, bölgesel jeomorfoloji ve depolanma koşullarının betimlenmesini sağlamaktadır (Shipman, 1981: 191). Jeolojik içerikteki fosillerin çalışılmasıyla sağlanan bilgiler, insanlar ve diğer organizmaların gelişen bir sistemin nasıl ilişkili parçaları olduğunu açığa çıkarmaktadır. Kronostratigrafik bağlantılarla, karadaki hayvanların dağılımlarındaki kaymalar gibi, derin okyanuslardaki mikrofosillerdeki değişimlerin aynı zamanda olduğu bulunabilmektedir. Büyük ölçekli iklimsel olaylarla her ikisinin de ilişkili olabileceği de bulunabilmektedir. Böyle disiplinler arası araştırmalar sayesinde, geçen 30 milyon yılda küresel iklim değişikliği, plaka tektoniği, bitki ve hayvanların evrimleriyle, primat evriminde gidişatın nasıl şekillendiği keşfedilmeye başlanabilir (Behrensmeyer, 1992a: 190).

Tablo 4.1. : Başlıca depolanma ortamları (Newton ve Laporte, 1989: 10).

KARASAL	DENİZEL
Su üstünde	Kıyasal
Toprak kayması ve meyil	Bataklıklar
Kumullar ve çöller	Kumullar
Gölle ilgili	Gel-git düzlükleri
Göller ve göletler	Kumsallar
Bataklıklar	Deltalar
İrmakla ilgili	Lagünler
Alüvyonlu yelpazeler	Haliçler
Nehir ve akıntılar	Körfezler
Taşkın yatakları	Kıyıda uzak
Deltalar	Sığ gel-git düzlüğü altı (iç kıtasal şelf)
	Derin gel-git düzlüğü altı (dış kıtasal şelf)
	Kıtasal eğim
	Derin deniz
	Organik takviyeler
	Dalga-yapılı (kabuk yığını gibi)
	Organizma-yapılı (Mercan resifleri gibi)

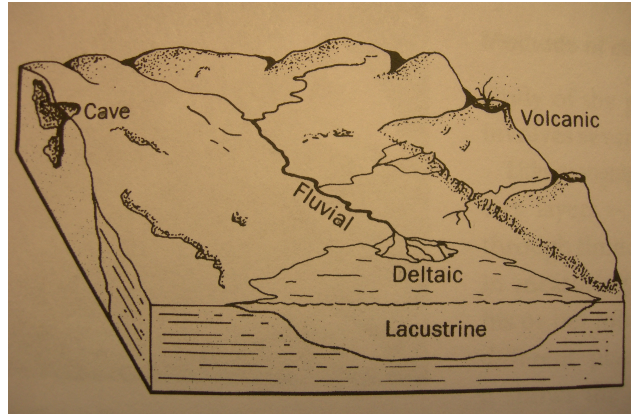
4.4. Fosil Depolanma Ortamları ve Onların İncelenmesi

Fosilleri bütün ayrıntılarıyla jeolojik ve biyolojik hikâyenin bir parçası olarak anlamak, geçmiş hakkında bilgi edinmede izlenecek yolları değiştirmektedir. Günümüzde fosillerin jeolojik ortam veya içeriğinden gelen çeşitli, çok geniş miktarda bilgi birleştirilmekte ve sınıflandırma yoluyla doğrulukları sorgulanmaktadır.

Hominidler ve atalarını da içeren omurgalı kara fosilleri, temsil ettikleri tortul ortamlara göre jeologların sınıflandırdığı farklı depozitlerde bulunmuşlardır. Bu ortam, kayaçların yapısını ve fosillerin korunma durumunu tayin etmektedir. İyi korunmuş fosil hominidlerin birçoğu eski göl kenarlarında biçimlenmiş depozitlerde

bulunmuştur ama mağaralar, nehir sistemleri ve volkanik olarak aktif alanlar ayrıca önemlidir. Böyle depozitler daha çok Senozoyik kara omurgalıların fosil kaydını oluşturmaktadır (Behrensmeyer, 1992a: 187).

Hızlı gömülme kemiklerin korunmasını sağlamaktadır. Flüvyal, gölsel veya denizel ortamlarda korunabilme, kimyasal koşullar altındaki karasal sitlerden daha başarılıdır. Volkanik patlamalar ve volkanoklastik depozitlerden kaynaklanan mağaralar, kül potansiyel korunma alanlarıdır. Flüvyal koşullar kemiklerin taşınmasını sağlamaktadır. Taşınma, diğer tortul parçacıkların hareketiyle kontrol edilmektedir (Arnoldus-Huyzendveld, Zarlenga, Gioia, Palombo, 2001: 14).



Şekil 4.1. : İnsan evriminin fosil kayıta korunduğu dört ana depolanma ortamı. Her bir ortam içinde birçok ikincil ortam da vardır. İskelet kalıntılarını etkileyen tafonomik süreçler bu ikincil ortamlar içinde ayrılmaktadır (Behrensmeyer, 1992a: 187).

4.4.1. Kuru Alan Depozitleri

Karasal peyzajlardaki, kemik tahribatının dereceleri dış kökenli ve kendine özgü biyolojik faktörler arasındadır. Bu biyolojik faktörler, örneğin kemik çiğneyen, yiyen leşçilleri (dış faktör) ve kemiklerin, eklemlerin farklı dayanıklılığını (iç faktör)

içermektedir (Musiba, 199: 153). Karasal alanlarda hava şartlarının etkileri ve leşçillik nedeniyle korunma potansiyeli düşüktür. Kuru alandaki gömülme unsurları arasında toprak kaymaları ve rüzgârın taşıdığı kumlar vardır ama gömülme sonrasında bile tortullar genellikle çok oksijen yüklüdür böylece biyolojik bozulma oluşmaktadır (Noe-Nygaard, 1987: 19).

4.4.2. Mağaralar

Mağaralar, genellikle karbondioksit açısından zengin yeraltı sularıyla kireçtaşının çözünmesi yoluyla kireçtaşı kayalarından şekillenmiştir. Ayrıca mağaralar kumtaşından ve volkanik kayalardaki lav borularından meydana gelmektedir. Mağara depozitleri akarsu tarafından kum, mil ve kilin getirilmesi, kireçtaşının çökmesiyle *traverten* olarak, mağara çatısı ve duvarlarının çökmesiyle *mağara breşi* vererek şekillenmektedir (Behrensmeyer, 1992a: 187).

Birçok mağara depoziti, oldukça kısa depolanma dönemleri (10 000 ile 100 000 yıldan az) temsil etmektedir ve çoğunlukla kemik toplanmasına yol açan özel şartlar gerektirmektedir, örneğin etçil barınaklarında leşlerin toplanması gibi. Fosil kemikler çoğunlukla iyi korunmaktadır ve sert traverten ile kaplanmaktadır. Böyle depozitleri, volkanik materyalin yokluğu nedeniyle tarihlendirmek kolay değildir ve onların yaklaşık yaşlarını tahmin etmek amacıyla farklı mağaralardan depozitleri karşılaştırmak da zordur (Behrensmeyer, 1992a: 187).

4.4.3. Nehir Sistemleri

Nehirler, yataklarını oluşturan çeşitli tortul tiplerini geride bırakırlar. Kumlar ve çakıllar aktif bir nehir kanalı veya alt kanallar tarafından bırakılan depozitlerde bulunmaktadır. Nehir kıyıları (veya su setleri) kanalın yanında kum ve milli

yatakların değişmesiyle meydana gelmektedirler. Taşkın yatakları, çoğunlukla toprak biçimlenme dönemlerini yansıtan başlıca kil ve millerden oluşmaktadır. Bazı ıslak ve bataklık taşkın yatakları, karbon bakımından zengin depozitleri şekillendirmektedir. Yalnız flüvyal tabaka, nehir sistemi ölçeğine dayanarak, onlarca metreden kilometreye mesafeler üzerinde, genellikle coğrafik olarak sürekli olmayan ünitelere ayrılmaktadır. Çok az tortulun yere bırakıldığı ve toprağın oluştuğu uzun dönemler ve bunu izleyen, daha çok nehirlerin ayırıcı özelliği olan düzensiz taşkınlar esnasında hızlı tortul oluşumu gerçekleşebilir (Behrensmeyer, 1992a: 187).

Radyometrik tarihlendirme için materyal sağlayan volkanik kül ve lav, bazen bu materyalin paleomanyetik polaritesini ölçerek tarihlendirilebilen flüvyal depozitlerle birleşmektedir - manyetik alanın yönü onların tortu bırakmasıyla yaklaşık zamanda kayalarda korunmaktadır. Birçok önemli hominoid, flüvyal depozitlerin içinde bulunmuştur (Behrensmeyer, 1992a: 187).

4.4.4. Göller ve Deltalar

Göller nehirler tarafından taşınan su ve tortuyu tutmaktadır. Eğer gölde dıőa akıő yoksa göl suyu alkalidir. Tortular ince taneli mil, kil, kireçtaşı, diatomit ve kabuklu omurgalı kalıntıları içeren göllerde depolanmaktadırlar. Alkalın göller, jips ve halit gibi farklı tuz çeşitlerini biriktirebilir, ayrıca daha nadir olarak örneğin silisli őist (hidratlı bir silikat) çökelmektedir. Göl kenarlarındaki depozitler daha karıőıktır ve kumsal bariyer barları, lagünler veya deltalardan türemektedirler. Tortular iri taneli konglomeradan, ince taneli mil ve kile kadar çeőitlenmektedir. Tortul yapılar ve farklı üniteler (fasiyes iliőikleri) arasındaki sınırlı iliőikiler, her bir çevre tipinin ayırt edilmesini sağlamaktadır. Tarihlenebilir volkanik materyal, göl ve delta tabakalarında oluşmaktadır ve böyle tabakalar da paleomanyetizmayı (bazen bu

kimyasal reaksiyon ile engellenmektedir) saklamaktadır. Kenya'da Koobi Fora'daki önemli fosil alanları göl kenarı depozitlerinde hominid yataklarının iyi örneklerini içermektedir (Behrensmeyer, 1992a: 188).

4.4.5. Volkanik Depozitler

Yanardağlar yaşamak için barınak olmayan yerlerde olabilir, ancak volkanik tortuların benzersiz bileşimi fosillerin korunması ve geniş arazi üzerindeki yatakların karşılaştırılması için çok elverişli olabilir. Volkanik materyal örneğin, kül ve süngertaşı geniş arazilere yayılabilir ve toprağın içine yerleşebilir veya eğer kül kalırsa araziye örten farklı, sürekli üniteler şekillenebilir. Lavlar, çamur akışı ve sıcak, gaz yüklü kül akışı araziye kaplamakta, nehir yollarını takip etmekte ve flüvyal depozitler altında gömülmektedir (Behrensmeyer, 1992a: 188).

Volkanik püskürme yakınında yaşayan hayvanlar nadiren fosil olarak korunmaktadır ancak bu Doğu Afrika'da gerçekleşmiştir. Bazı yanardağlardan kül yağması, kalsiyum karbonat bakımından zengin, *karbonatit* olarak isimlendirilen değişik bir püskürük materyal içermektedir. Bu sadece kemiklerin değil, kitin ve odun gibi daha yumuşak materyallerin de hızlı fosilleşmesine neden olmaktadır. Bu korunma biçimi Kenya'nın batısındaki Fort Ternan'daki gibi Miyosen primat kayıtlarının birçoğunun ve Tanzanya'daki hominid ayak izlerinin oluşumunu sağlamıştır (Behrensmeyer, 1992a: 188).

4.4.6. Bataklık Depozitleri

Bataklıklardaki korunma potansiyeli de oldukça yüksektir. Durgun, besin değeri yüksek su ve oldukça yüksek tortullaşma oranı genellikle iyi korunmayla sonuçlanmaktadır. Besin tuzları açısından fakir, organik madde üretimi az

(oligotrofik) asit bataklıkları deri, post ve boynuz için iyi korunma koşulları oluşturmaktadır (Noe-Nygaard, 1987: 19).

4.5. Fossil-Yatağı Depozitlerinin Çalışılma Metotları

Fossil-yatağı depozitlerinin jeolojik içeriğinin çalışılması birkaç farklı yaklaşımı gerektirmektedir. **Litostratigrafi**, tortul tabakaların farklı tiplerinin - alanda dağılımı ve zaman boyunca ardılığının- çalışılmasıdır. Ölçme, harita çizme ve tortulları sıralama konusunda uzman olan bir jeolog stratigrafi çalışmaktadır. Farklı yerlerdeki tabakalar arasındaki ilişkileri çalışmak da jeologun çalışmasının bir kısmını oluşturmaktadır. Bu, özellikle önemlidir çünkü farklı alanlardaki depozitlerin -daha yaşlı, daha genç veya eş zamanlı-yaş ilişkilerini gösterecektir. Litostratigrafinin hedeflerinden biri, kayalar ve fosillerin çalışılmasıyla toplanabilen diğer bilgilerin tümü için bağıntılı bir zaman çatısını veya stratigrafik diziyi tespit etmektir. Bu, mağara depozitlerinde birkaç metrelik mesafelerden, akıntular, göller veya yanardağlardan depozitlerde onlarca kilometre mesafelere kadar geniş bir ölçek dağılımında yapılabilir (Behrensmeyer, 1992a: 189).

Kayaların biriktirdiği ortamları tespit etmek için çeşitli yaklaşımlar vardır. Litofasiyes analizinde, eski çevrelerle ilgili olan kaya tiplerinin ilişkileri, tortul yapılar ve ünite sınırları, çoğunlukla analog modern tortularla karşılaştırılarak yorumlanmaktadır. **Mikrostratigrafi** de önemli paleontolojik veya arkeolojik alanlarda, belirli ortamların detaylı rekonstrüksiyonunu yapmayı amaçlamaktadır. **Petroloji**, ince kesitler kullanarak kayaların mikroskobik özelliklerinin çalışılmasıdır. Petroloji, çevresel betimlemeler ve ilişkilerde yardımcı olabilmektedir. Tortul kayaçların **jeokimyası** onları oluşturan kimyasal koşullar altında ortaya çıkmaktadır. Özellikle oksijen ve karbonun **kararlı-izotop** çalışmaları, eski iklim ve

göl kimyası hakkında önemli yeni bilgiler edinmemizi sağlamaktadır. Sonuç olarak, **havza analizinde** jeologlar tortul bir havzanın yapısını ve onu dolduran depozitlerin kaynağını incelemektedirler (Behrensmeier, 1992a: 189).

Çeşitli tortuların temsil ettiği zamanın çalışılması olan, **kronostratigrafi**, litostratigrafiye bağlıdır, ancak kayalar ve fosillerden elde edilen diğer bilgilerin tümü için bir **mutlak zaman** çatısını tespit etme konusunda birçok başka çalışmalar da bulunmaktadır. Bu da **radyometrik tarihlendirme** ve **manyetostatigrafi** kullanılarak yapılmaktadır. Eğer hiçbir radyometrik olarak tarihlendirilebilir kaya elde edilemiyorsa, o zaman, manyetostatigrafi için volkanik kayalar veya diğer kesin yaş sağlayan bilgilerin nerede olduğunu tespit eden bir global manyetik polarite zaman ölçeği (GMPTS) kullanılmaktadır. Eğer bir lokalitenin genel yaşı biliniyorsa ve manyetostatigrafik yapının ayırt edilebilmesi için yeterli tortul varsa, o zaman çoğunlukla lokaliteyi GMPTS ile ilişkilendirerek tarihlendirmek mümkündür (Behrensmeier, 1992a: 189).

Kronostratigrafi son zamanlarda tortul kayalarda izlenebilen sabit zaman aralıkları veya **izokron** çalışılmasına genişlemiştir. Bu, bir kayacın yeryüzüne çıkmış uzantısı (outcrop) ile birlikte manyetik terselmelerin takip edilmesi ve onların arasında meydana gelen tortuların çalışılması ile yapılmaktadır. Bazen eski bir ortamdaki değişiklikleri birebir takip etmek mümkündür. Bu metot, farklı kıtalarda ve farklı havzalardaki belirli bir zaman dilimindeki fosil faunaları ve ortamı incelemek için büyük bir fırsat vermektedir.

Biyostatigrafi, fosil hayvan ve bitkilerin dikey ardılığının çalışılmasıdır. Mutlak tarihlendirme ve manyetostatigrafi geliştirilmeden önce, fosiller jeologlara

sadece diğerlerinden daha yaşı veya genç olan bir alandaki kayalarda meydana çıkarılabilen zaman çatısı veriyordu. Fosiller hala önemli lokalitelerin tarihlendirmesinde kullanılmaktadır. (Behrensmeyer, 1992a: 189).

Biyofasiyes çalışmasına dayanan geçmiş ekolojilerin rekonstrüksiyonu, tortul kayalardaki belirli fosillerin ilişkileriyle tutarlıdır. Biyofasiyes analizi, tortul ortamların çalışılmasıyla (litofasiyes) bir arada ilerlemektedir ve her ikisi de paleoekolojide gereklidir (Behrensmeyer, 1992a: 190).

BÖLÜM V

TAFONOMİ

Bu bölümde, tafonomi ve tarihçesi; tafonomik süreçlerin ekolojik ve evrimsel uzantıları; tafonomi ve paleoekoloji arasındaki ilişkiler; bir topluluğun tafonomik geçmişinin izlenme yolları; tafonomik değişimler, tafonomik kriterler ve tafonomi yardımıyla aydınlatılan hominoidlerin eski çevreleri işlenmiştir.

5.1. Tafonominin Tarihçesi

Tafonomik araştırmalar ilk olarak Leonardo da Vinci (1452-1519) tarafından yapılmıştır. Da Vinci, dağların yakınında bulunan fosillerin İncil'deki tufanla taşınmadığını ortaya çıkarmak için yaşayan ve ölen çift kabuklu yumuşakçalar (bivalveler) üzerine gözlemler yapmıştır. Bundan sonraki tafonomik yorumlama çalışmalarını köpekbalığının anatomisini detaylı olarak çalışan Steno yapmıştır. Steno, köpekbalığının dişlerinin o bölgede taş parçalarıyla aynı olduğunu, daha doğrusu taş sandıklarının aslında fosil olduğunu görmüştür. Steno'nun fosillerin organik orijinli olduğu iddiasını destekleyen Robert Hooke, taşlaşmış odun ile mantarın hücresel yapısını karşılaştırmıştır. Omurgalı paleontolog, anatomist Cuvier ve Alcide d'Orbigny ilk detaylı biyostratigrafik zonlaşmayı oluşturmuştur. Armand Gressly "fasiyes" kavramını formüle etmiştir (Martin, 1999: 2-3).

Ondokuzuncu yüzyılın sonlarında Alman paleontologlar bilime hükmetmeye başlamışlardır. Johannes Walther, denizel ortamları çalışmış ve tafonomi üzerine birkaç kitap yayınlamıştır. Ayrıca korunmuş fosil biyotaların "*fossil-Lagerstätten*" nin ilk çalışmasını gerçekleştirmiştir. Weigelt, Birleşik Devletler Körfez Sahilindeki

bir göl kenarında, 1924'te kuzeyden gelen şiddetli bir fırtınadan sonra leşlerin bozulma, taşınma ve gömülmesini tanımladığı çalışmasıyla bilinmektedir. Weigelt'in bu çalışması, ölü dokunun parçalanması ve ayrılmasından (nekroloji) gömülmeye kadar fosillerin tortul tarihinin veya biyostratinomisinin ilk ve en iyi belgelenmiş araştırmasıdır. Weigelt, ayrıca Kupferschiefer'da korunmuş bitkilerin biyostratinomisini çalışmıştır. Chaney, fosil bitki toplulukları ve orijinal bitki örtüsü arasındaki benzerliği çalışmıştır. Potonié, turba ve kömürlü formasyonu yeniden değerlendirmiştir. Fosil polenlerin tafonomik olarak çalışması da aynı dönemde başlamıştır (Martin, 1999: 2-3).

Ne yazık ki, Ulusal Sosyalist Parti'nin Alman-karşıtı düşüncelerinin artışı ve dilin zorlukları nedeniyle Alman araştırmacılar diğer dilleri büyük ölçüde ihmal etmişlerdir. Dolayısıyla, tafonomi, II. Dünya Savaşı'ndan sonra, Permiyen omurgalıları üzerine çalışan Olson ve Kuzey Kaliforniya sahillerinde modern ve Pleistosen sığ denizel omurgasızlarını çalışan Johnson gibi çalışmacılara kadar Avrupa'nın dışında farklı bir disiplin olarak tanımlanamamıştır (Martin, 1999: 3).

Öncelikle eski çevresel yorumlamalarla ilgilenen Alman tafonomistlerden farklı olarak, omurgalı çalışan bir paleontolog olan Efremov, fosil kaydın eksikliğine dikkat çekmiştir. Sonuçta, tafonomi, birçok tafonomist tarafından fosil kaydındaki "bilgi kaybı" ve "etkiler" in belgelenmesiyle günümüze kadar gelmiştir (Martin, 1999: 3). Lawrence (1968) modern ve Oligosen istiridye komünitelerini karşılaştırarak, büyük omurgasızların %75'inin korunmadığı sonucuna varmıştır.

1970'lerde tafonomi, Brain, Behrensmeyer ve Hill'in insan evriminde paleoekolojik ortamların önemini vurgulayan çalışmaları ile paleoantropolojik ve

arkeolojik çalışmalarda kullanılmaya başlanmıştır. Başlangıçtan beri tafonomik analizlerin amacı, eski tür topluluklarını oluşturabilmek için türlerin göreceli yoğunlukları ile ilgili doğru varsayımlar üretebilmektir. Bunun yapılabilmesi için omurgalı paleontolojisinde Shotwell, Clark ve çalışma arkadaşları ile başlayan yöntem geliştirme çabaları dikkati çekmektedir. Tafonomi ile uğraşan pek çok araştırmacının denizel omurgalılar üzerinde yaptıkları ilk çalışmalar, çeşitli korunma koşulları, fosil topluluklarda zamanın etkisi ve ana popülasyondaki türlerin sayısının anlaşılabilmesine yardımcı olmuştur. Aynı dönem içerisinde, yaşayan ve ölü topluluklarda güncel karşılaştırmalar yapılması palinolojide, omurgalı paleontolojisinde ve mikropaleontolojide önem kazanmıştır (Behrensmeyer ve Kidwell, 1985: 106).

Kidwell ve Behrensmeyer (1988: 4) fosil kaydın açıklanması için tafonominin pozitif katkılarını vurgulamaktadır. Eski komüniteler ve evrimsel süreçlerin ekolojik içeriğinin betimlenmesinde mekânsal olarak ilişkili örnek koleksiyonlar biyolojik olarak anlamlı açılardan yorumlanmalıdır.

Organik kalıntıları etkileyen ölüm sonrası süreçlerin analizine bağlı olan tafonomi; paleoekoloji, paleobiyoloji veya genel evrimsel çalışmalardan ayrı bir disiplin olarak tanımlanmaktadır (Gifford, 1981: 367). Tafonomi, ekolojik ve evrimsel çalışmalarda fosil kaydın kullanılabilirliğini öngörmüştür (Martin, 1999: 3). Paleoekoloji ve tafonomi, tafonomik analizlerin paleoekolojik araştırmalarda gerekli bir unsur olarak görülmeye başlandığı son 30 yıldır birlikte gelişmiştir (Gifford, 1981: 367).

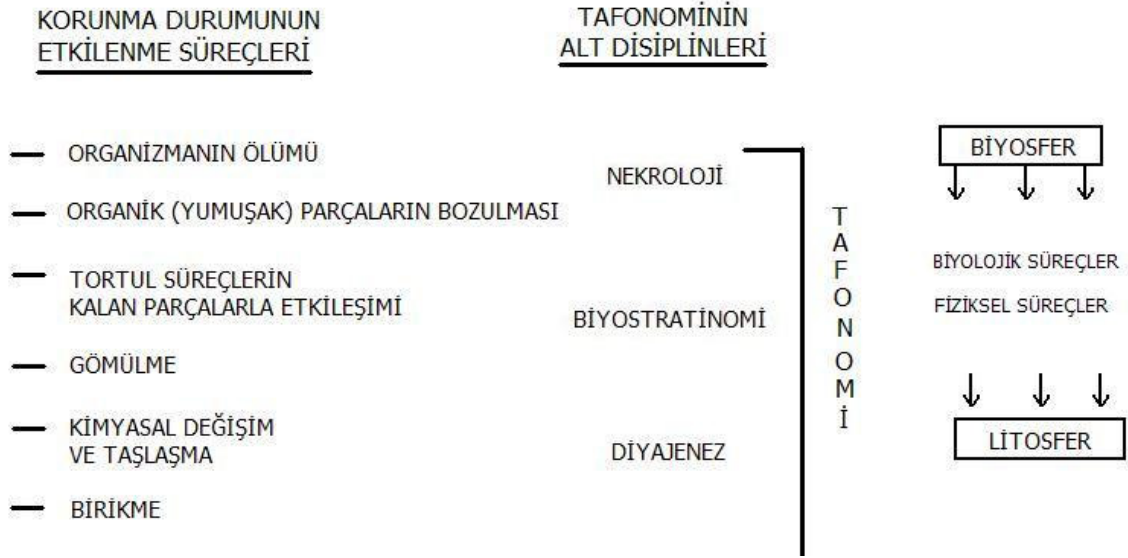
5.2. Tafonomi

Rus paleontolog I. A. Efremov tarafından keşfedilmiş olan *Tafonomi*, Yunanca kelimelerden türemiştir. *Taphos*, gömüt veya gömülme, *nomos* ise kanun veya kanun sistemleri anlamına gelmektedir. En özlü tanımlama, Efremov'un (1940: 85) kendi tanımlamasıdır: “bu bilim dalının [tafonomi] ana problemi, hayvan kalıntılarının biyosferden litosfere geçişinin çalışılmasıdır, örneğin, organizmaların biyosferin farklı parçalarından dışarı çıkması ve fosilleşmesi, litosferin parçası olmasındaki sürecin çalışılması gibi... Biyosferden litosfere geçiş, birbirine geçmiş birçok jeolojik ve biyolojik olgunun sonucu olarak meydana gelmektedir”. Bu tanımlamayla tafonomi, ölümden sonra organik kalıntılar üzerinde rol oynayan süreçlerin etkilerini, doğasını tanımlayan ve sistematik hale koyan, paleontolojinin alt bir disiplini olarak görülmektedir (Gifford, 1981; Shipman, 1981).

Disiplini birleştirme çabasında olan, Behrensmeyer ve Kidwell (1985: 105) tafonomiyi “korunma süreçlerinin, fosil kaydında nasıl etkili olduklarının çalışılması” olarak tanımlamışlardır. Tarihi bilimlerin diğer birçok alanıyla birlikte tafonomi, araştırmanın ayrı ama gerekli iki yolunu içermektedir. İlki, organik kalıntıların biyosferden litosfere geçişinde, fosil delillerde gözlenen izlerinkine analog etkiler meydana getiren, çağdaş süreçlerin çalışılmasıdır. İkincisi ise ilk araştırmadan elde edilen bulgulara rastlayan prehistorik delillerin analizidir. Bu, “günümüzdeki süreçlerin bilgileriyle kaydın yüzleştirilmesi” modern tarihi bilimlerin temel araştırma stratejisidir (Gifford, 1981: 366).

Günümüzde gözlenen olaylar ve onların etkilerini prehistorik kayıtlarla anlamlandırmak amacıyla, geçmiş jeolojik olayların günümüzdeki olaylar gözlenerek açıklanmasına “aktüalizm” adı verilmiştir. Aktüalizm çağdaş gözlemleri içeren tarihi

bilimlere başvuran Avrupalı araştırmacılar tarafından kullanılmaktadır. Tafonomiye göre, tarihi bilimlerin diğer dallarında olduğu gibi, “bugünün çalışılması, geçmişin incelenmesi için bir anahtardır” (Gifford, 1981: 367).



Şekil 5.1. : Fosil Depozitlerin Oluşumu (Behrensmeyer ve Kidwell, 1985: 107).

A. Müller, lm ve nihai gömülme arasında organik kalıntıların dönüŐümlerinin çalışılmasına *biyostratinomi* ve nihai gömülmeyle fosilin yeniden bulunması arasında kalan sreye *diyajenez* adını vermiŐtir (Donovan, 2002: 226). Biyostratinomi ve fosil diyajenezi disiplinlerinin altında tanımlanan tafonomik faktörler, l bir topluluktan tam bir fosil topluluğa geçiş esnasında işlemektedir. Tam bir fosil topluluk, herhangi bir tortul ünite içine gömülen fosil örneklerin tamamının toplanması olarak tanımlanmaktadır (Noe-Nygaard, 1987: 19). Lawrence, organik kalıntıların diyajenezinin aslında nihai gömülmeden önce baŐladıđını belirttiği halde, bu iki sürede organik kalıntılar üzerinde işleyen süreçler büyük

ölçüde farklı olduğundan Müller'in alt bölümlenmeleri kullanılmaktadır (Gifford, 1981: 367).

Efremov, paleontolojinin tafonomik çalışmalarla aydınlatılabilen dört ana problemine odaklanmıştır. 1. Daha yaşlı tabakadaki fosillerin korunma durumu çoğunlukla daha zayıftır. Bireylerin sayıları da, yok olma riskinin zamanla artışı ve örneklenmiş faunaların boyutlarındaki dalgalanmalar nedeniyle daha azdır. 2. Bir yerde birlikte bulunan karasal memelilerin kompleksi genellikle *fauna* olarak isimlenmektedir. Ancak, böyle bir kompleks ya ölümden (*thanatocoenose*=ölü topluluk olarak) ya da öldükten sonra (*taphocoenose*=depolanmış topluluk olarak) da tesadüfen bir araya gelebilmektedir. 3. Yeni bir faunanın fosil kaydında birdenbire ortaya çıkması, gerçekten yeni bir tür grubunu yansıtabilir; faunanın birdenbire ortaya çıkması korunma durumunun da bir sonucu olabilir. 4. Tek bir komünitedeki farklı vücut parçalarının veya türlerin korunma durumu, farklı tortul çevrelerde öyle değişkendir ki tek, eşzamanlı ve simpatrik bir komüniteden elde edilen tür karışımları farklı faunalar olarak alınabilir (Shipman, 1981: 6).

Efremov bu problemlerin *paleotafonomi* ve *neotafonomi*yle çözülebileceğini öne sürmüştür. Paleotafonomi, karasal omurgalıların sadece fosilleştiği lokalitelerin detaylı çalışılmasıdır. Neotafonomi ise fosil topluluklardaki karakteristiklerin, ölüm, dağılım, yoğunlaşma, depolanma ve korunma süreçleri sonucunda etkilenen modern hayvan komüniteleriyle karşılaştırılmasıdır (Shipman, 1981: 6).

Tafonomi, son zamanlarda fosil kayıt üzerindeki büyük etkileri tespit etmeye başlamıştır. Bunlar,

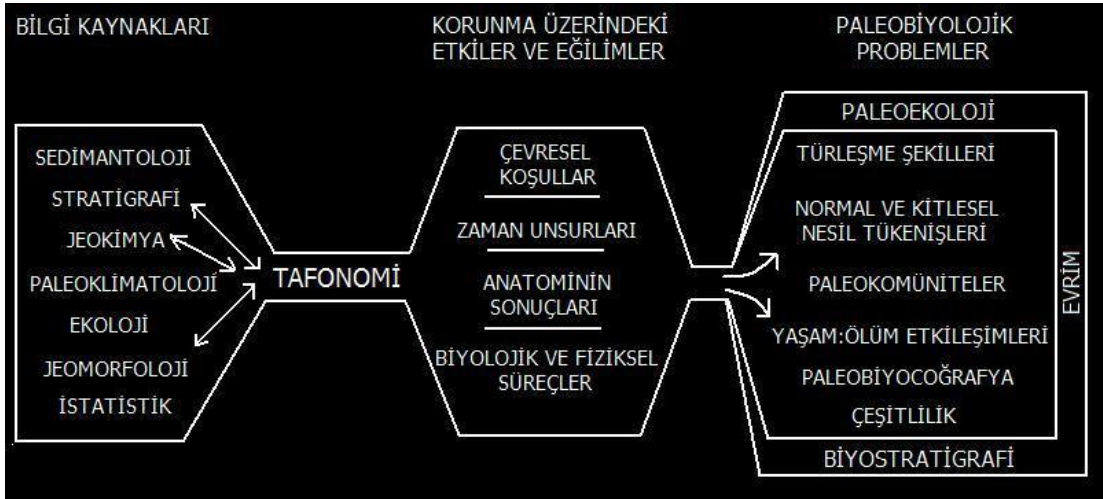
1. Deniz-seviyesi, kıtasal oluşum etkileri ve tortulaşma şekillerinde bazı iklimsel etkileri yansıtan belirli ortamların ortaya çıkma alanlarını (outcrop),
2. Plaka tektoniği, deniz seviyesi ve atmosferik CO₂ etkisini yansıtan korunma döngülerini,
3. Biyojeokimyasal olarak önemli unsurların döngüsünü etkileyen (yırtıcılık, leşçillik, biyoturbasyon) ve Dünya'nın biyotasında asırlarca süren değişimleri içermektedir (Martin, 1999: 4).

5.2.1. Tafonomik Süreçlerin Ekolojik ve Jeolojik Uzantıları

Jeoloji, dünyanın ve yaşamın tarihinin çalışılmasıdır. Paleontoloji ve tafonomi de bundan farklı değildir. Tafonomi ve onun kardeş disiplini paleoekoloji, sedimantoloji, stratigrafi ve jeoloji tarihsel bilimler olması yanında 'çevresel' bilimlerdir, çünkü bu bilimlerin uzmanları, onların eski ortamları ve modern analogları üzerinde çalışmaktadırlar (Martin, Goldstein ve Patterson, 1999: vii). Bazı bilim adamları türlerin ve yıldızların yaşam tarihinden mercanadaların gelişimine kadar düzenli olarak tarihsel hipotezleri betimlemektedirler. Benzer şekilde, tafonomistler de fosil topluluklardan yararlanarak "tafonomik tarih"e bakmaktadırlar (Martin, 1999: 5).

Paleobiologlar için kemik birikimi ve tafonomik etkileri yaratan süreci tanımlayabilmek amacıyla tafonomik tarihi anlamak önemlidir. Tafonomik veriler sedimantoloji ve paleobiyoloji hakkında da bilgi sağlamaktadır. Tafonomistler kemiklerin taşınıp taşınmadığını kolaylıkla anlayabilirler. Fosillerin birikim şeklinden elde edilen bilgi, eski habitatların betimlenmesinde kullanılabilir (Morris, 1997: 89).

Fosiller, yaşayan organizmaların kalıntıları olduğu gibi ölüm-sonrası çevresel ve tafonomik süreçlerin de kayıtlarıdır. Tafonomik süreçler, biyolojik bilgi üzerinde güçlü filtreler olarak rol oynamaktadırlar. Pek çok tafonomik araştırma yoluyla tafonomik kriterlerin çeşitliliğinin, komünite yapısı betimlemelerini ve morfolojik değişikliklerin yorumlanmasını nasıl etkilediği anlaşılmaya çalışılmaktadır. Belirli organizmalar üzerine odaklanılan evrimsel bir bakış açısından tafonomi, birçok paleobiyolojik yorumlamada gerekli bir unsur olarak görülmektedir. Ekolojik ve sedimantolojik bir bakış açısından tafonomik süreçler, komüniteler ve tortul depozitlerin şekillenmesinde aktif bir katılımcı olarak görülmektedir. Bu anlamda, bu tür süreçler fosil kaydında korunan bilgi üzerinde hem pozitif hem de negatif etki yapmaktadırlar (Kidwell ve Behrensmeyer, 1988: 1).



Şekil 5.2. : Disiplinler arası bağlantıları açısından tafonomik araştırma yapısı ve tafonomik bilginin katkıda bulunduğu paleobiyolojik problemler (Behrensmeyer ve Kidwell, 1985: 106).

Tafonomik bozulmalar üzerindeki jeolojik kontroller -örneğin, zaman ortalaması üzerine tortulaşma hızının kontrolü- çoğunlukla biyolojik kontrollerden daha kolay tespit edilebilir. Günümüzdeki birçok büyük ölçekli tafonomik analizin

doğada temelde jeolojik olması sürpriz değildir (Kidwell ve Behrensmeyer, 1988: 8). Her ne kadar, bulunan fosillerin jeolojik içeriği ve tortuldaki sınırlı dağılımı, eski çevre ve alanın formasyonu hakkında önemli bilgiler açığa çıkarabilse de, topluluğun tafonomik tarihi hakkındaki daha detaylı bilgi kemiklerin kendilerinden gelmelidir. Her bir fosilin korunma durumu, tüm topluluk olarak, tafonomik olaylar dizisini büyük bir çapta yansıtmaktadır. Örneğin, bir kemiğin hava şartlarının etkisine, leşçiller tarafından tüketilmesi, sonra toprağa gömülmesi ve bitki kökleriyle çevrelendiğini kanıtlamak mümkündür (Shipman, 1981: 99).

5.3. Tafonomi ve Paleoeкологи: Amaçlar ve Problemler

Paleoeкологи ve tafonomi, gelecek olayların öngörülerinden çok, geçmiş olayları izleyerek tahminlerde bulunmayla ilgili olan tarihi bilimlerdir. Böyle bilimlerin amacı, tamamen imkân dâhilinde -fosil kayıttan- elde edilebilir verilere erişerek geçmişte neler olduğunu keşfetmektir. Günümüzde yaşayan bir komünitenin başından geçen olayları tahmin etmek paleoeкологи ve tafonominin bir amacı değildir (Shipman, 1981: 10).

Tafonomik ve paleoecolojik çalışmalar, tek bir tür veya organizmanın çalışılmasının ötesinde geçmişle ilgili bilgilerin genişletilmesini sağlamaktadır. Bir türü, ona uygun çevresel ortam ve habitata yerleştirmek, onunla yaşayan diğer bitki ve hayvanları tanımlayarak mümkün olmaktadır. Besin zincirlerindeki özel durumlar kısmen veya tamamen betimlenebilmektedir. Beslenmenin doğrudan delilleri bazen kaprolitin şeklinden, yırtıcı kuşların peletleri ve korunan mide içeriklerinden elde edilebilmektedir. Hominid buluntu alanlarında ocak izleri ve yanmış veya kesilmiş kemikler bulunmaktadır. Karakteristik köpekdişi delikleri veya çiğneme izleri gibi görülen yırtıcı aktivitesi izleri de besin zincirleri hakkında bilgi vermektedir (nadiren

yırtıcı ve avı bir arada bulunmaktadır). Geçmiş hakkında edinilen bilgi miktarı etkileyicidir ve giderek daha çok bilgi elde edilmektedir (Shipman, 1981: 192-193).

Paleoekoloji ve tafonomi arasındaki bağlantılar hem doğal hem de gereklidir. Geçmişte, genişçe uygulanabilir bir teori ve metotlar bütünü olarak tafonominin gelişimi, paleoekolojik araştırmalarda oldukça kötü bir şekilde tanımlanması ve rolünün arka plana atılmasıyla sekteye uğramıştır. Ayrıca, paleoekoloji, kendi amaçları ve araştırma metotlarını en iyi tanımlayabilen tafonomik bulgulardan yararlanamamıştır. Bu problemlerin kaynağı, prehistorik materyallerin analiziyle bilgi veren güncel araştırmaların rolünün zayıf tanımlanmasında görülmüştür (Gifford, 1981: 368).

5.4. Kanunlar, Kurallar ve Hiyerarşi

Simpson (1970) tüm tarihi bilimlerin “bugün geçmişin anahtarıdır” temel uniformitarian prensibine bağlandığını göstermiştir. Bu prensip, tafonomi ve paleoekolojinin ilk kanunu olarak adlandırılmaktadır. Bununla beraber, birçok tür ve komünite yavaş yavaş gelişmiş ve değişmiştir. Hayatta kalma, taşınma ve kemiklerin yok olmasıyla doğrulanan fiziksel prensipler değişmemektedir. Ancak, uniformitarianizm başlangıçta jeolojik bir prensip olarak gelişmiştir ve biyolojik bir olgudan farklıdır. Jeolojik olgu, değişmez fiziksel ve mekanik kanunlara göre işlemektedir. Bu nedenle günümüzde uniformitarianizm, güncele benzediği düşünülen geçmiş süreçlerin ve etkilerinin basit gözlemlerinden çok, bu etkileri nasıl süreçlerin meydana getirdiğinin anlaşılması üzerinde durmaktadır (Shipman, 1981: 12).

Meydana gelen olayları uniformitarianizmle açıklarken tafonomistler ve paleoekologlar üç aşamayı takip etmelidir: (1) tarihsel verileri elde etmek ve düzenlemek, (2) günümüzde hangi süreçlerin işlediğini ve nasıl etkiler ürettiğinin tespit etmek, (3) günümüzdeki süreçlerin bilgisiyle tarihsel kaydı karşılaştırmak. İlk iki basamak tafonominin birbirine paralel altbölümleri olan paleotafonomi ve neotafonomi, üçüncü basamak ise fosil kaydın yorumlanmasıdır (Shipman, 1981: 12).

Tafonominin ikinci kanunu “geçmişte bir olayın meydana geldiği, sadece onu benzer olaylardan ayıran etkilerinin kanıtlanmasıyla anlaşılabilir” olmalıdır. Yani, bir olayın sadece kendine özgü görünüşleri tanısalsal olarak düşünülmektedir. Örneğin fosil topluluğun bir kirpi tarafından bir araya getirilen kemik grubundan farklı olduğunu göstermek, nehir veya bir sırtlan gibi diğer unsurlar tarafından bir araya getirilen topluluklardan onu ayıran özellikler kanıtlanmadıkça yetersizdir. Modern ve fosil topluluklar, kimyasal bileşim, ayırt edici korunma farklılıkları, toplulukların temel ve tipik özellikleri göz önüne alınarak aynı biçimde analiz edilmelidir (Shipman, 1981: 12).

İnsan-merkezci kanunlar açısından geçmişini yorumlarsak asla fosil kaydın bize ne gösterdiğini anlayamayız. Üst üste yerleşim prensibinde, kıvrılarak altüst olmadığı sürece daha genç tortul kayalar daha yaşlı olanların üstündedir. Eski tortul ve toprak hakkında çıkarımlarımız fiziksel ve kimyasal kanunlara dayanmaktadır. Ancak belirli bir fosil topluluğun oluşumuna ait kimyasal koşullar, iklim (kuru, ıslak), bitkilerin tipi ve miktarı, toprağın durumu, hava şartlarının etkisiyle meydana gelen değişiklik oranları ve biyoturbasyon yoğunluğuna bağlıdır (Martin, 1999: 11).

5.4.1. Tafonominin Kuralları

Tafonomi en az 500 yıldır araştırılmaktadır, tafonomistler prensipler veya kurallar geliştirmişlerdir. Wilson (1988) bu kuralları listelemiştir (Martin, 1999: 13-14):

1. Organizmalar sert parçalara sahipse bulunması daha olasıdır.
2. Korunma hızlı gömülmeyle artmaktadır.
3. Canlı topluluktan depolanmış topluluğa geçiş sırasında bozulma, aşınma, taşınma, yırtıcılık, leşçillik, çözülmeden meydana gelen ayrılma, kimyasal değişim ve tür yoğunluğu, komünite çeşitliliği ve yapısı hakkında bilgi kaybına neden olmaktadır.
4. Fosil topluluklar, (a) komünitede yaşayan organizmaları gösteren ve yaşamdaki konumunda bulunan otokton (autochthonous) kalıntılardan, (b) biyoturbasyonlar, yırtıcılar veya leşçiller tarafından orijinal pozisyonundan taşınan (ayrılan, yeniden yön verilen, bir araya yığılan) ama başka komünitelerden taşınmamış otokton unsurlarla paratokton (parautochthonous) kalıntılardan, (c) başka komünitelerden türemiş allokton (allochthonous) veya yabancı kalıntılardan oluşmaktadır.
5. Tafonomik kayıp, özellikle çözünme ve biyoerozyon aracılığıyla, genellikle sığ su denizel ortamlarda çok yoğundur. Bu “kanun”, daha ulaşılabilir olması nedeniyle paleontologların bu ortamları çalışmasından kaynaklanmış olabilir.
6. Karasal ve ırmaklara ait biyotalardaki bilgi kaybı büyük ölçüde taşınma, ayrılma, su tarafından kırılma, yırtıcılık, leşçillik ve üzerine basılmadan kaynaklanmaktadır.
7. Biyoturbasyon ve fiziksel şekil değişikliği de komünitelerin farklı zaman ortalamasına (zamana ait karışımına) neden olmaktadır. Ayrıca fosil türlerin

morfolojik özelliklerinde çeşitlilik ve varyasyon artışına neden olabilir. Zamana ait karışım fosil topluluklarında çoğunlukla tanımlanamaz.

8. Tafonomik ortamlar ve uzun dönemli komünite dinamikleri hakkında bilgi edinmek tafonomik unsurların hareketiyle oluşmaktadır.
9. Doğal felaketler nedeniyle gömülme veya örtülme popülasyon dinamiklerinin bir noktada toplanmasıyla sonuçlanabilir. Bu fosil sayımları yine de popülasyonun uzun dönemli dinamiklerinin gerçek betimlemesi olmayabilir.

Genel olarak iki tip tafonomik olay, paleoekolojik çalışmaları zorlaştırmaktadır. İlki korunma koşullarından kaynaklanan bilgi kaybı, ikincisi ise organizmaların orijinal komünitesinden taşınmasıyla bilgi kaybı (Lawrence, 1968: 1317). Bir fosil kaydın niteliğini azaltan yani bir organizmanın iskelet açısından sağlığını etkileyen üç büyük faktör vardır: 1. Eksiklik, 2. Zamana bağlı karışıklık 3. Mekâna bağlı karışıklık (Kowalewski, 1997: 86).

5.4.2. Tafonomik Etkiler veya Eğilimler

Spriggs (1998) paleoekolojinin, bireyler “yaşayan topluluktan” (biyosönoz) “ölü topluluğa” (taphocoenosis) geçerken karşılaşılan ilk süzgeç olduğunu belirtmiştir. Yaşayan organizmaların toplam sayısı hesaplandığında fosillerin olası sayısı en büyüktür ama fosil olana kadar geçen süreçte birbirini izleyen her “süzgeç” onların sayılarını azaltmaktadır. Alemseged’e göre (2003: 458) tafonomik süzgeçler, eski çevrenin betimlenmesi ve ekolojik çalışmalarla ilgili problemlerin çözümlenmesini sağlaması nedeniyle önemlidir. Güncel çalışmalar, vücut ağırlığı, habitat farklılıkları ve yırtıcılarla ilgili etkilerin fosil topluluklarındaki taksonomik grubun göreceli çokluğunu değiştirdiğini göstermektedir. Eş zamanlı olan eski faunanın örnek boyutlarındaki artış, aynı taksonomik gruba birçok lokalitede

karşılaştığında taksonomik gruptaki orijinal oranlar üzerine bilgi vermektedir. Bunu yapmanın diğer bir yolu da, verilen bir stratigrafik dizide lokalitelerin büyük bir miktarından fosil toplulukları karşılaştırmaktır.

Tafonomik olarak ilk eleme süreci veya değişimi, organizmaların bulunduğu yeri içermektedir. Karasal organizmalar olasılıkla daha az fosilleşmektedir. Kuru koşullarda fosilleşme için ihtiyaç duyulan mineralleri daha az bulunmaktadır. Büyük yok ediciler olan bozulma, leşçiller ve erozyon da fosilleşme üzerindeki diğer etkilerdir. Kemikler, kemik iliği ve diğer yumuşak dokular için leşçiller veya yırtıcılar tarafından kırılabilir. Bir topluluğu etkileyen biyolojik araçlar dışında mekanik araçlar da vardır. Su bulunan bir habitatta dalgalar, akıntılar sağanaklar ve suyolunun kendisi bulunurken, rüzgâr, yağmur ve toz da karasal bir habitatta olan mekanik araçlara birkaç örnektir. Çöرتteki bileşim, daha ince kabuklu ve yumuşak dokulu parçalar daha dayanıksızdır. Hızlı gömülme fosilleşme için her iki habitatta da anahtardır (Spriggs, 1998).

Noe-Nygaard (1987: 19) ölü topluluktan fosil topluluğa geçişteki ilk aşamada birçok tafonomik faktör olduğunu ileri sürmüştür. Bunlar; iklim, tortullaşma hızı, tortullaşma olayları arasındaki zaman aralıkları, litoloji, tane-boyutu, kalınlığı ve tortul örtü, sıkıştırma, depolanma-sonrası kök aktivitesi, tünel kazan hayvanların aktivitesi, yayılan çözeltinin asitlik ve bazlık durumudur.

5.4.3. Tafonomik Analiz

Andrews'a göre (1992c: 33) fosillerin veya arkeolojik kemik topluluklarının tafonomik analizi için gerekli dört ana kriter vardır. 1. Analizler probleme yönelik olmalıdır. 2. Problemlerin açıklanması için bir karşılaştırma temeli bulunmalıdır. 3.

Kemik topluluklardaki değişiklikler ve/veya bireylerin ayrılması yeterli derecede tanımlanmalıdır. 4. Tafonomik değişimde meydana gelen zaman unsuru ve ardışıklık tespit edilmelidir.

Morris'e göre ise (1997: 89) tafonomik analizde ölçülebilen değişkenler omurgalı topluluklarını karakterize etmek için önemlidir. Üç analiz kayda değerdir: 1) alanın fosillerden bağımsız sedimantolojik karakteri, 2) fosillerin tafonomik değişkenleri, 3) sedimantolojik geçmiş ve tafonomik yorumlara dayanan tafonomik geçmişinin anlaşılması.

Behrensmeyer (1991) karasal bir omurgalı topluluğunun tam olarak tafonomik tarihini tanımlamak ve kategorize etmek amacıyla belirli analiz alanları belirtmiştir. Fosil kemik depozitlerinin yapısı nedeniyle tüm kategoriler gösterilemez. Tafonomik karakterler: 1) örnek boyutu, 2) bireylerin sayısı, 3) tür sayısı, 4) görelî çokluk, 5) vücut boyutu, 6) yaş dağılımı, 7) kemik artikülasyonu, 8) sıralanmış veya ayıklanmamış iskelet parçalarını içermektedir. Verileri çıkarmak veya depolamak için karakterler: 1) kemiklerin boyut ve mekânsal yoğunluğu, 2) kemiklerin oryantasyonu (eğimi), 3) düzensizlik, 4) kemik değişimi (hava şartlarının etkisi, aşınma, kırılma veya çığnenme) içermektedir (Morris, 1997: 90).

Ortak tafonomik geçmişle ilgili delillerden hangi türlerin birlikte yaşadığı tanımlanabilir. Hayvanların mekâna ait dağılımı, korunma durumu, iskeletlerin tanımlanması ve boyutları üzerine veriler örneklerin, türlerin veya tüm topluluğun tafonomik tarihini ortaya çıkarmak için kullanılmaktadır. Tafonomik geçmiş açısından toplanma ve kırılma özellikle önemli faktörlerdir. Kemiklerin boyutları ve tortul deliller toplanma faktörlerini tanımlamaya yardım edecektir. Bazı örneklerde

kırılma faktörü, nedeni bilinen kırılma şekilleriyle karşılaştırılarak tanımlanabilir. Tafonomik geçmişle bu açıdan en yakından ilişkili olan aşama ölüm şekli ve oranıdır. Ölüm nedeni nadiren tanımlanabildiği halde, aşınmalı ve doğal afet nedeniyle ölüm sırasındaki oranı korunan popülasyonların yaşıyla ayırt edilebilir. Ölüm, doğal afet nedeniyle oluştuysa gerçekçi popülasyon tahminleri yapılabilir. Aynı durumda, ölüm ve depolanmanın mevsimi tespit edilebilir. Örneğin, çoğunlukla tortulun dönemsel depolanmasını gösteren göl yatakları, popülasyon yapısının ve yaş sınıflarının çalışılması, mevsimsel ölümlerin kesin olarak yerini belirlemeye yardım etmektedir (Shipman, 1981: 192).

Tablo 5.1. : Ölüm-Sonrası Olayların Kemikler Üzerindeki Etkileri (Shipman, 1981: 41)

Tahrip Edici Güç	Etkileri
Yırtıcılar ve leş yiyiciler (Hominidleri içermektedir)	Kemiklerin yenerek tüketilmesi, kemirme
Kemiklerin alet olarak kullanımı	Kırılma, aşınma
Hidrolik taşınma	Topluluğun dağılması, aşınma
Yer üstünde taşınma (yuvarlanma, kayma)	Aşınma, kırılma
Rüzgârla taşınma	Topluluğun dağılması, çukurlaşma
Hava şartlarının etkisi	Çatlama, ufalanma, pul pul dökülme
Kimyasallar, kökler, böcekler, toprak ve su nedeni ile çürüme	Parçalara ayrılma, yapının bozulması

Eski ekosistemler üzerine veriler, her fosil topluluğun tafonomik özellikleriyle ve sonuçta bu nitelikleri etkileyen bazı geniş-ölçekli süreçlerle kontrol edilmektedir. Zamanla değişen tafonomik şekillerin fosil kayıta önemli değişikliklere yol açması ve bu değişikliklerin büyük tafonomik değişimlerle sonuçlanması teorik olarak mümkündür. Böyle değişiklikler, fosilleşme boyunca mevcut organik kalıntıların çeşidini etkileyerek besin ağı içinde kayda değer

biyolojik sapmaları yansıtabilir. Geniş ölçekli tektonik ve iklimsel kuvvetler farklı tafonomik modların frekansını ve belki de her şekli kontrol eden tafonomik veya tortulaşma süreçlerini değiştirebilir (Behrensmeyer ve Hook, 1992b: 87).

5.5. Tafonomik Bir Süreç Olarak Gömülme

Paleobiyologlar ve zooarkeologların çalıştığı çoğu faunal kalıntı, toprak yüzeyinin altından ele geçirilmektedir. Önemli bir tafonomik problem, gömülme sürecinin kavranmasıyla ilgilidir. Örneğin, gömülen hayvan parçalarının biyolojik unsurları olarak sadece insanlar görülmezler. Zangoç böceği, çoğunlukla tünellerinde ölen kazıcı kemirgenleri gömmektedir. Böylece kemirgen leşleri erken gömülme ve hiçbir biyolojik unsurla çiğnenmemektedir. Hayvan leşleri ve kalıntılarının gömülmesiyle sonuçlanan birçok jeolojik süreç vardır. Gömülme süreci önemlidir çünkü diyajenetik süreçlere maruz kalan tortul matriste sadece kemikler ve dişler bulunmaz. Onlar farklı olarak taşınabilir, yeniden yön değiştirebilir, kırılabilir ve/veya gömülmenin tafonomik unsurlarıyla gömülme esnasında aşınabilir (Lyman, 1994: 404).

Retallack (1988) fosillerin yoğunluklarının aniden gelen seller gibi doğal afetlere bağlı gömülme olaylarından meydana geldiği anlayışının son zamanlara kadar paleontolojide olduğuna işaret etmiştir. Bu olaylarda eş zamanlı ölüm, birikme, kemik ve leşlerin büyük bir kısmının gömülmesi gerçekleşmektedir. Retallack “bir paleosol (fosil toprak) başka yere taşınmışsa, tanımlanmanın ötesinde zarar görmüştür” görüşünün tamamen olasılık dışı olduğunu ileri sürmüştür. Paleosollerin gelişim derecesi fosil toplulukların oluşumu ve tortul aralıkların zaman sürelerinin bir göstergesi olarak kullanılmaktadır. Hayvan kalıntıları fosil kayıta ayrılarak depolanmak zorundadır. Önce gömülme, fosilleşme süreçleri (kimyasal değişim)

onları etkilemektedir. Sonra kemikler ve dişler, tortul parçalar ve parçacıklar haline gelmektedir (Lyman, 1994: 404).

Tafonomistler için asıl önemli olan, denizel yumuşakçalarla ilgili olarak önerilen *tafonomik olarak aktif bir zon* veya TAZ kavramıdır. Davies ve diğerleri TAZ'ı "tortul-su ara yüzü ve ondan aşağıdaki biyoturbasyona maruz kalmış tabaka olarak tanımlamıştır. Bunun "birçok tafonomik kaybın yoğunlaştığı" tortul ve stratigrafik zon olduğunu ileri sürmüşlerdir. Benzer bir karasal TAZ, omurgalı kalıntılarında tayin edilebilir. Aşınma, hava şartlarının etkileri ve çığnenme gibi tafonomik süreçler tortul-hava ara yüzünde meydana gelmektedir. Bakteriden sırtlanlara, insanlara kadar leşçiller yeryüzünde veya tortul-hava ara yüzünde depolanan hayvan leşlerini farklı olarak taşımakta ve değiştirmektedir (Lyman, 1994: 405).

Lyman'a göre (1994: 405) prensiplerin birçoğu omurgasızlara, hatta sucul veya karasal ortamlarda yaşayıp yaşamadığını öğrenmek için omurgalılara uygulanan gömülme çalışmalarında gelişmektedir. Clark ve Kietzke (1967) gömülmenin depolanan topluluklar ve [gömülen] fosil topluluklar arasında teorik olarak en az bir farkla sonuçlanan 6 ana faktörü olduğunu ileri sürmüşlerdir. Bunlar: (1) tortulaşma olayları arasındaki zaman aralığı, (2) tortul artış kalınlığı, (3) kemiklerle temasta bulunan tortulaşma kuvvetlerinin hızı, (4) tortulun yapısı (sıkıştırma miktarı ve tanecik boyutu gibi), (5) tortulaşma sonrası kök aktivitesi ve kazıcı hayvanlar, (6) tortulun geçirgenliği ve sızan çözeltilerin kimyasal yapısı.

5.6. Tafonomide Deneysel Çalışmaların Önemi

Farklı tafonomik olayların bıraktığı fiziksel delilleri yorumlamak için araştırmacılar doğal çevrelerde modern kemik topluluklarının üzerinde çalışmaktadır. Binford ve Bertram, Gifford, Hill, Behrensmeyer ve Dechant-Boaz, Shipman, Shipman ve Phillips-Conroy, Payne, Brain, Sutcliffe, Crader, Haynes ve Yellen böyle çalışmalar yapmışlardır. Onların çalışmaları sayesinde, belirli olaylar tarafından fosillerde ortaya çıkan karakteristikleri birleştirmek, hatta bazı örneklerde olayların süresini tespit etmek giderek daha olası hale gelmiştir. Günümüzde taramalı elektron mikroskop kullanılması, farklı tafonomik olayların kemikler ve dişlerde oluşturduğu değişimlerin daha doğru tanımlamasını sağlamaktadır (Shipman, 1981: 100).

Denys (2002: 469) deneysel çalışmanın, hipotezleri doğrulamak amacıyla deneylerin sistematik kullanımına dayanan bilimsel bir metot olduğunu ileri sürmüştür. Karşılaştırmalardan elde edilen örnekler, ayrıntılı modellerin veya deneylerin tutanaklarını sağlayan hipotezlerin formüle dönüşmesine yardımcı olmaktadır. Belirli koşullar altında modern verileri çoğaltma deneyleri, geçmiş hakkında analogik muhakemeyle elde edilenden daha etkili genellemeler yapmamıza izin verecektir. Deneysel çalışma tafonomik çalışmaların başından beri nadiren kullanılmaktadır.

Deneysel tafonomi, fosil toplulukların oluşumunda etkin olan faktörleri ayırmak ve bu faktörlerin etkilerini test etmek ve modeller oluşturmaya yardımcı olmaktadır. Deneyler için örnekler, birçok durumda istatistiksel kullanım için çok az sayıdadır. Bu deneyler, fiziksel faaliyetler üzerine bilgi vermektedir ve bu tür süreçlerle ortaya çıkan modelleri aslının bir kopyası olarak kullanmamızı

sağlamaktadır. Diyajenez alanında, zaman problemi genellikle ısıtma ile çözülmektedir. Ancak diyajenetik süreçlerdeki parametreler arasında toprak bileşimi, bakteri, toprakların jeomorfolojik dönüşümü, sıkıştırma, kemiklerin ve toprakların kimyasal değişimi ve iklimin de bulunduğu akıldan çıkarılmamalıdır (Denys, 2002: 480).

5.7. Faunaların tanımlanmasında kullanılan tafonomik kriterler

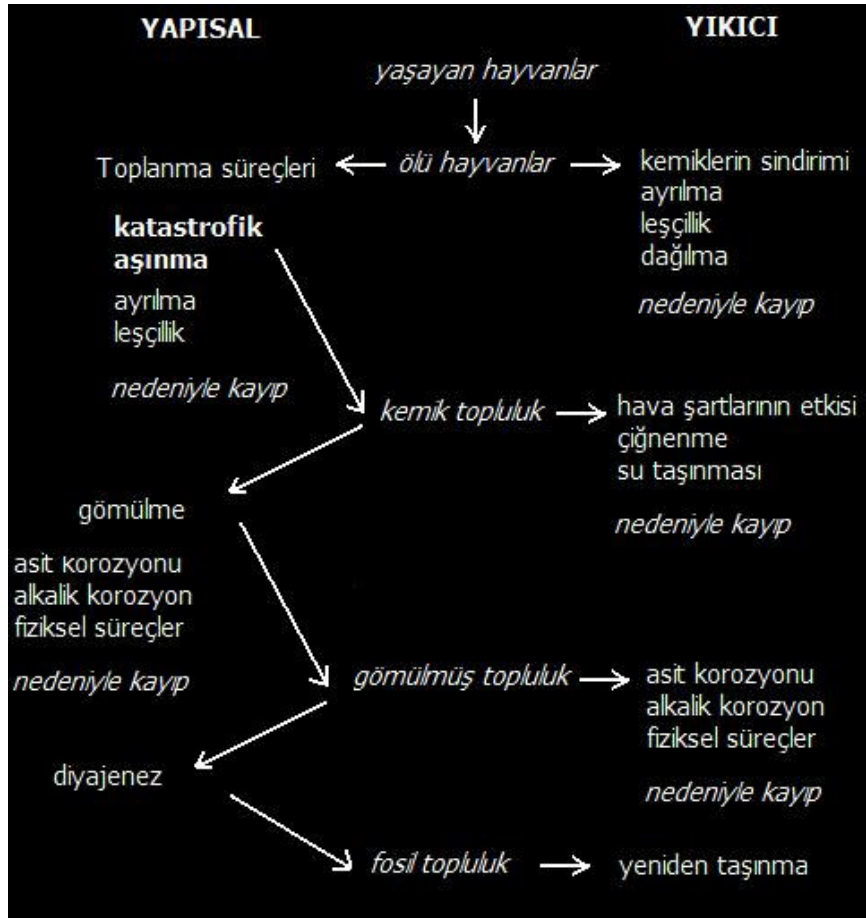
Tafonomi, yaşayan hayvanlardan fosillere veya arkeolojik topluluklara geçiş sırasında değişikliğe neden olan etmenler ve süreçler hakkında çıkarımlar yapmak amacıyla kemik toplulukları üzerindeki değişiklikleri incelemektedir. Birincil süreçler ölüme oluşmaktadır. Değişikliği oluşturan etmenler, örneğin yırtıcılık gibi, aynı zamanda ölümün nedenidir. Yırtıcıların neden olduğu değişiklikler iskelet öğelerinin kaybı, kemiklerin kırılması ve sindirilmesini içermektedir. Yırtıcılık sonucunda kemiklerin bir araya toplanması ya da dağılması ve bazı türlerin seçilmesi taksonomik bileşimi de etkilemektedir. Ölümden hemen sonra, aynı ya da farklı tür yırtıcılar tarafından leşler tüketilmektedir. Bu da yine topluluğun tür kompozisyonunda değişikliklere neden olmaktadır. Çiğnenme ve taşınma, kısa veya uzun sürede topluluğu dağıtmaktadır. Kemikler yıllar içinde gömülmektedir, bunu yüzeyin altında oluşan aşınmalar takip edebilir veya kemikler yüzeyde olduğu gibi kalır ve üzerlerinde yüzey aşınması oluşabilir. Tüm bu olaylarda kemikler kırılmakta, zarar görmekte, zayıf öğeler yok olmakta ve kemik topluluğun bileşimi değişmektedir. Bu değişiklikler fosilleşme esnasında diyajenetik değişimle birleşmektedir. Değişikliklerin ve değişim unsurlarının tanımlanması fosil topluluğun nasıl biriktiği ve nasıl etkilenebildiğini anlamamız için önemlidir (Andrews, 1995a: 147).

Kemiklerin bir araya toplanması ve değişikliğe neden olan temel etkenler arasında, sindirilme (küçük memeliler için), taşınma, hava şartlarının etkileri, toprak aşınması, ayakaltında çığnenme, yanma ve diyajenez vardır. Bu süreçlerin hepsinin kemik yüzeyinde karakteristik şekiller bıraktığı bilinmektedir. Ancak karşılaştırmalar ve deneysel çalışmalar olmadan bu etkenlerin neden olduğu mekanizmalar anlaşılabilir. Ayrıca, gözlemlenen süreçlerden sorumlu olan tafonomik etkiler her zaman tanımlanamamaktadır (Denys, 2002: 469).

Andrews (1997: 57) tafonomik süreçleri fiziksel, kimyasal ve biyolojik aktivite şekilleri olarak gruplandırmaktadır ama hangi aşamalarda nasıl farklı süreçlerin işlediği açık değildir. Fiziksel hasar toprak hareketleri, toprak veya tortul ağırlığının baskısı ve sıkıştırmasından dolayı gömülme sonrasındaki tüm ortamlarda meydana gelmektedir. Bunların tümü kemiklerin ezilmesi veya kırılmasıyla sonuçlanmaktadır. Hatta kemikler yok olabilmektedir.

Hayvan kemiklerdeki asit korozyonu farklı yoğunluklarda oluşmaktadır. Asitli toprakta gömülen kemiklerin tüm yüzeyi büyük oranda korozyona uğramaktadırlar (asitlik kaynağı toprağın mineral içeriğinden veya ürün ve organik çürüme gibi asit çözeltilerinden olabilir). Daha az zarar, kemik yüzeyinde dallanan oluklarla karakterize edilen kök tiplerindeki asit çözeltilerinden kaynaklanmaktadır. Bu değişiklikler kemiklerin sindirilmesiyle meydana gelen korozyondan kolaylıkla ayrılmaktadır. Alkali korozyon mağara ortamlarında meydana gelmektedir. Alkali korozyonun, alkali topraklarda meydana gelmesi olasıdır ama bu henüz ispatlanmamıştır (Andrews, 1997: 58).

Gömülmeden sonraki biyolojik aktivite, kemiklerin dağılmasını ve bazı hasar derecelerini oluşturmaktadır. Yersolucanın hareketi asit korozyonuna benzer yüzeysel korozyona neden olmaktadır. Örneğin, zamanla kemikleri yiyen termitler gibi omurgasız aktiviteleriyle oluşandan daha kapsamlıdır. Ürün veya çürümeden dolayı topraktaki asitliğin biyolojik aktivitenin bir sonucu olduğu, toprak ve tortullardaki biyolojik/kimyasal değişimin hayvan kalıntılarının kendilerinden kaynaklandığı düşünülmektedir. Bu faktörlerin tümü zamanda ve mekânda dalgalanmalara bağlıdır. Fosilleşme ortamlarının kimyasal karakteristikleri, asitliğe göre organik içerik, mineral içerik ve havalandırma/nem (örneğin elde edilebilir oksijen açısından) olarak özetlenebilir (Andrews, 1997: 58).



Şekil 5.3. : Tafonomik değişiklikler (Andrews, 1997: 56).

Bir topluluğun fiziksel karakterleri değerlendirilerek, tafonomik geçmiş bileşenlerine ayrılabilir, bu ise, farklı habitatlardan türemiş karışık bir topluluğun analizinde çok önemli olabilir. Korunma durumunun analizi, topluluğun gömülmeden önce ne kadar uzun süre etkilere maruz kaldığı ve topluluktaki olası bozulma kaynakları hakkında ipuçları verebilir. Örneğin, gömülmeden önce birkaç yıl hava şartları, leşçillik gibi etkilere maruz kalmış bir toplulukta daha küçük hayvan kalıntıları (büyük türlerin gençleri=juvenile ve küçük türlerin yetişkinleri=adult) bulunmayabilir. Böyle bir toplulukta araştırmacılar, bireylerin kemiklerinde diş izlerini, etoburların köpekdişleriyle oluşmuş kırıkları ve çökmeleri veya leşçillik aktivitelerinin karakteristik kırıklarını arayacaktır (Shipman, 1981: 99-100).

Bir kemik veya fosilin korunma durumunu tespit etmek için aşağıdaki tafonomik kriterler incelenmektedir (Shipman, 1981; Denys, 2002; Lyman, 1994; Andrews, 1997).

- a. Buluntunun Tanımlanması –Korunma Durumu
- b. Kırılma
- c. Çiğneme, Kemirme, Yontulma ve Kesme İzleri
- d. Sindirim
- e. Taşınma ve Aşınma
- f. Ayakaltında çiğneme (Trampling)
- g. Hava şartlarının etkileri (Weathering)
- h. Pişirilme ve Yanma
- i. Toprak Korozyonu, Bakteri ve Mantar
- j. Bitki Kökü İzleri (Rootmarks)
- k. Stronsiyum veya diğer iz-elementlerin varlığı

5.7.1. Buluntunun Tanımlanması-Korunma Durumu

White'a göre (1992: 118) arkeolojik içerikteki kemiklerin korunma durumları, ete bağlı yağlı kemikten dokunduğunuzda ufalanan kemiğe kadar değişmektedir. Bu korunma, büyük ölçüde, kemik kalıntısının organik bileşenlerinin derecesine bağlıdır. Hem ölüm öncesi hem de depolanma sonrası faktörler kemik yüzeyini değiştirebilmekte ve tafonomik işaretleri silbilmektedir. Hava şartlarının etkisiyle pul pul dökülme; hidrolik taşınma ve bitki kökü asit etkisiyle aşınma, hem etçillerin çiğnemesi, hem de insanın neden olduğu kesme izlerini tamamen ortadan kaldırabilir.

Sadece hızlı gömülen bir topluluğun, birçok eklemli iskeletle, tüm kemiklerin büyük bir kısmına sahip olduğu düşünülmektedir. Birçok durumda kemikler çürüme, hava şartlarının etkileri, yırtıcı aktivitesi, hidrolik taşınma, otçullar tarafından ezilme ve diyajenetik olaylar (depolanma sonrası jeolojik değişimler) ile kırılmıştır (Shipman, 1981: 101).

Bir toplulukta bulunan iskelet unsurları orijinal hayvan kemiklerinin tümünü içermeyebilir. Alt ve üst çenenin alveolar bölgeleri ve dişler, orijinal hayvanda olsa bile, alt çeneye ait diğer bölgelerden daha uzakta bulunabilir. Uzun kemiklerin üst ve alt uçları, tüm kemikte 1:1'den oldukça farklı oranlarda bulunduğu zaman, iskelet unsurlarının tanımlanmasında orantısızlık gözlemlenmiştir (Shipman, 1981: 101).

Shipman'a göre (1981: 101) fosillerin göreceli bütünlüğünü hesaplarken, topluluğu anlamak için kullanılan teknikler hakkında daha çok bilgiye ihtiyaç duyulmaktadır. Birçok araştırmacı "iyi" veya tam örnekleri sergilemek için müzeler tarafından görevlendirilmiştir; genellikle diğer vücut parçalarından daha çok kafatası

veya alt çeneleri getirmeye yönelmişlerdir. Böyle bir topluluk, farklı iskelet unsurlarının tanımlanması ve yoğunluğu bakımından son derece çarpılmıştır. Diğer sorun, iskelet unsurlarının tanımlanmasında araştırmacıların yeteneğidir. Birçok araştırmacı tanımlanamayan ufak parça olduğunda örnekleri toplamaya karar veremez. Bazıları da itinayla alandaki her kemik veya diş parçasını korumaktadır. Araştırmacının önyargıları nedeniyle bir topluluk tamamen değişebilmektedir.

5.7.1.1. Buluntunun Tanımlanması-Korunma Durumu Üzerine Deneyler

Birçok süreç, fosilli alanların oluşumuna neden olmaktadır. Bu süreçler genellikle ölüm-öncesi ve ölüm-sonrası olarak sınıflanmaktadır. Tafonomik değişiklikler ölen hayvandan fosile kadar tüm aşamalarda meydana gelmektedir. Deneysel çalışma, çeşitli fiziksel veya biyolojik unsurların etkileri veya önemini kontrol edebilmek için farklı çevreler ve materyaller üzerinde sürdürülebilir (Denys, 2002: 470).

Brain, üst ve alt uçların farklı miktarlarda süngerimsi ve kompakt kemiğe (S/K oranı) sahip olduğunu göstermiştir. Daha kolay kırılabilen, kan hücrelerini oluşturan dokular bakımından daha zengin olan süngerimsi kemik, yırtıcılar ve leşçillere daha cazip gelmektedir. Bu nedenle, leşçillere maruz kalmış toplulukların daha az süngerimsi kemik içermesi sürpriz değildir (Shipman, 1981: 102).

Binford ve Bertram, köpekler tarafından leşçillığe maruz kalan koyun kemiklerdeki farklılıkları incelemişlerdir. Her bir kemiğin yoğunluk oranı, hayvanın yaşı ve kemiğin her bir parçasının sağlam kalma olasılığı arasında farklı bir ilişki bulmuşlardır. Türlerin mevsimsel olarak doğum yaptığını gözlemlemişlerdir. İskelet öğelerinin parça yoğunluk grafiği, yaş sınıflarını anlatan bilgilerin ayrık kümelerini

gösterecektir. Bu bilgiler, orta boyutlu leşçillere maruz kalmış iskelet unsurlarının farklılık gösteren ömrünün bir analizini sağlamaktadır (Shipman, 1981: 103).

5.7.2. Kırılma

Andrews'a göre (1992c: 37) omurgalı topluluklarındaki kemiklerin kırılma şekillerine bakarak farklı tafonomik süreçleri ayırmak olasıdır. Yırtıcılar tarafından avları üzerinde oluşturulan kırılma şekilleri ortak iki faktöre sahip görünmektedir: aralarındaki boyut ilişkisi ve farklı iskelet öğelerinin yapısı. Küçük etçiller tarafından küçük memelilerde oluşturulan kırılma şekilleri büyük etçillerin büyük memeliler üzerinde oluşturduğu kırılma şekillerine benzerdir. Kemiklerin kırılma yolları farklı iskeletsel öğelerinin zayıflığına ve yapısal dayanıklılığıyla tespit edilmektedir ve benzer kırılma biçimleri farklı nedenlerden kaynaklanabilir. Ayrıca, kırılma şekilleri farklı yırtıcı türlerinde yaklaşık olarak benzerdir. Kırılma biçimlerini birbirinden ayırmak için elektron mikroskobu kullanılmaktadır.

Bir topluluktaki kırık kemiklerin kırılmamış kemiklere oranı, gömülmeden önce maruz kaldığı yıkıcı güçlerin ölçümünü sağlayabilir. Bununla birlikte, kırılma çalışmaları paleontolojide uzun ve tartışmalı bir geçmişe sahiptir. Dart (1949) çeşitli kırılma tiplerinin (özellikle uzun bir kemikte sadece *gövde kısmında* belirgin biçimde ortaya çıkan birçok spiral şeklindeki kırıkların) hominidler için ayırt edici olduğunu öne sürmektedir. Daha sonraki çalışmalar, bu kırılma şeklinin etçiller ve çiğnenme tarafından meydana getirildiğini gösterdiği halde, spiral olarak çatlamış kemiklerin hala hominidler tarafından kırıldığı varsayılmaktadır (Shipman, 1981: 104).

Gifford'a göre (1981: 405) kemik kırılma şekilleri üzerine neredeyse tüm literatür tanımlayıcı kategoriler sağlamaktadır. Kırılma şekilleri kümesi, çoğunlukla

basit olarak tanımlanmış parçalara göre (örneğin, proksimal, distal veya gövde gibi) sınıflandırılmakta veya kırık biçimi (örneğin, spiral veya çapraz gibi) iyi tanımlanmamıştır. White (1992: 132) jeolojik, etçil ya da insan kaynaklı kemik kırıklarının hala tam olarak ayırlamadığını, kırık özelliklerinin bir kaydının oluşturulması için erken olduğunu vurgulamıştır.

5.7.2.1. Kırılma Üzerine Deneyler

Sadek-Kooros ve Bonnicksen belirli teknikler ve kırılma metotlarıyla deney yapmışlardır. Kırılmanın özel türleri ayrıca australopithecinlerde ve diğer eski sitlerde öldürme işleminin bir kanıtı olarak değerlendirilmiştir. Kırılmanın birçok olası nedenin olabileceğinin anlaşılması böyle yorumlamaların popülaritesi azalmıştır (Shipman, 1981: 104).

Taze ve yeni kemikler testere ile kesilmiş gibi kırıklara sahip olurlar. Buna karşın, eski ve kurumuş kemikler kademeli kırıklar göstermektedirler. Aynı zamanda, kemiğin yapısı da kırılma şeklini etkilemektedir. Süngerimsi yapıda olan kemiklerle kompakt (sık yapılı) yapıda olan kemiklerin kırılma şekilleri farklı olmaktadır (Ersoy, 2000: 97).

5.7.3. Çiğneme, Kemirme, Yontulma ve Kesme İzleri

Gifford, Binford, Turner, Bunn ve Kroll gibi araştırmacılar “çiğneme” terimini kemirgenler, etçiller, toynaklılar ve hatta insanların dişleri tarafından kemikler üzerinde meydana çıkan herhangi bir hasar olarak kullanmaktadırlar (White, 1992: 153).

Yırtıcılar, genellikle yedikleri canlının tamamını tükettiği için avlarının pek azının fosil olarak kalma şansı vardır, kalanlar ise yırtıcılara ait izler taşırlar (Shipman, 1981: 19). Etçil, kemirgen ve çift toynaklıları içeren birçok modern tür, düzenli olarak kemikleri çiğnemektedirler. Kirpiller ve kurtlar da kemikleri emerek aşınmış bölgeler oluştururlar. Birçok fosil üzerinde bulunan izlerden yola çıkılarak, eski hayvanların bir kısmının da kemikleri çiğnediği bulunmuştur. Bazı durumlarda, çiğneme izleri, sorumlu türleri veya tür tiplerini tanımlamak için kullanılmaktadır. İzler, kesici dişlerle kemirme sonucunda oluşan küçük düz-dipli oyuklardan, sırtlanların ya da diğer büyük etçillerin köpek dişleriyle oluşturdukları büyük çukurluklar ya da kırıklar arasında değişmektedir (Shipman, 1981: 108).

Bir topluluktaki çiğneme izlerinin yoğunluğu, hem gömülme öncesi kemiklerin çiğnemeye maruz kaldıkları süreyi, hem de kemik-çiğneyen türlerin popülasyon yoğunluğunu yansıtmaktadır. Hayvanların ölümünden sonra gömülen kemiklerin çiğnenme şansı azdır, oysa alanda haftalar veya aylarca kemik çiğneyen türlerle birlikte bulunanlar muhtemelen daha çok çiğneme izi gösterecektir. Hayvanların öldüğü mevsimler de, özellikle mevsime bağlı olarak avın kullanılabilirliği değişiyorsa, bir leşin çiğnenmesi ve tüketilmesini etkilemektedir (Shipman, 1981: 111).

Etçillerin, omurların sinirsel sırtları ve altçenenin gonial açılarını içeren belirli iskelet parçalarını tercih ettiği görülmektedir. Ayrıca çoğunlukla uzun kemiklerin uçlarını, skapulaya ait kanatlar ve ilium'u, tahminen bu iskelet parçalarındaki kan hücrelerinin oluşumuyla ilgili dokular nedeniyle çiğnemektedir. Kaburgalar küçük parçalara ayrılmaktadır. Etçiller, primatların el ve ayak bileklerine ait kemiklerini tamamen yutarken, bovidlerinkini çok az besin değeri taşıdığı için

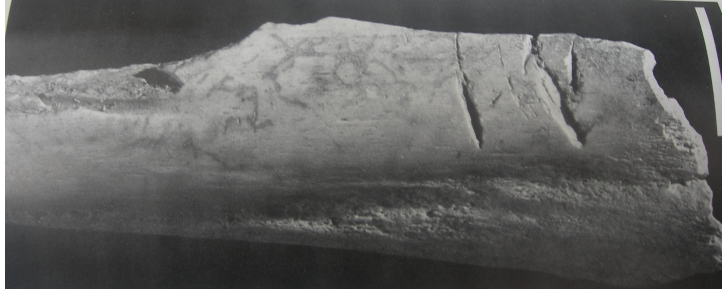
çoğunlukla sağlam bırakmaktadırlar. Potts, sırtlanların çoğunlukla metapodia uçlarını tahminen ilik içindekini almak için köpekdişleriyle deldiğini gözlemlemiştir. Belirli böcekçiller, örneğin termitler, tanacid güveler, böcek larvaları, çiğnenen kemiklerde yuvarlak çaplı delikler bırakmaktadır. Eski böcekçiller veya böcekçil larvalarının da kemikleri çiğnediği düşünülmektedir, çünkü fosillerde bu tür izler görülmektedir (Shipman, 1981: 111).

Doğal olarak meydana gelmiş toynaklı leşleri ve taklit edilmiş arkeofaunal sitler ile deneylerine dayanarak Blumenshine (1988), toynaklı üye kemikleri üzerindeki etçil diş izleri oranının etçilin leşi bulma zamanlamasına göre değiştiğini gözlemlemiştir. Diş izleri çoğunlukla üye kemiklerinin orta shaftında meydana gelmiştir. Bunun nedeni, üst (humerus ve femur) ve arada bulunan (radioulna ve tibia) üye kemiklerinin orta shaftının oldukça kaslı olması ve ayrıca doyurucu ilik rezervlerini örtmüş olması ve tüketiciler tarafından yenilebilir kaynakların araştırılmasıdır (Domínguez-Rodrigo ve Pickering, 2003: 277).

Memelilerin bazıları diyetlerine kalsiyum ve fosfat eklemek, bazıları da kesicidişlerinin aşırı gelişimi engellemek için sığınaklarında veya yaşam alanlarında, iskelet parçaları toplamaktadır. Çiğneme, kesicidişlerin genişliğiyle denk olan çok yönlü paralel çizgilerin varlığı ve diyafizlerin eklem yapan uçlarının çıkarılmasıyla tanımlanmaktadır (Denys, 2002: 474).

Kesme ve yontulma izlerinin taş alet, kemik, kabuk, metal veya ağaç kullanan hominidler tarafından yapıldığı tahmin edilmektedir (Shipman, 1981: 108). Kesme izleri genellikle üç aktiviteden meydana gelmektedir: deriyi kemikten soyarak, ayırmak ve ayıklamak. Ayırma nedeniyle oluşan kesme izleri kenarlarda veya eklem

yüzeylerinde, uzun kemiklerin uçlarında, omur veya leğen kemiği parçalarının yüzeylerinde görülmektedir (Binford, 1981: 47).

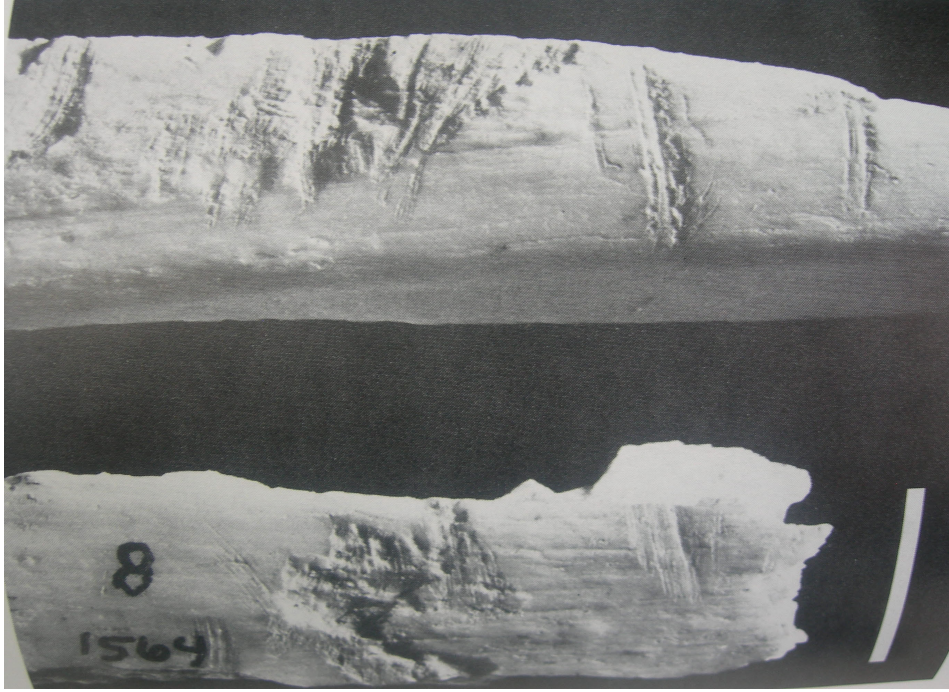


Şekil 5.4. : Bir kaval kemiği (tibia) parçasındaki doğrama izleri (White, 1992: 149).

Shipman'a göre (1981: 108) dikkatli ölçümlerle çeşitli taşların kenar-açısıyla kesme izlerinin açısının eşleştirilmesiyle, kullanılan taş tiplerini tanımlayarak yeterli veri sağlanabilir. Elektron mikroskop taraması çalışmaları taş aletle yapılan izlerle etçil dişleri tarafından yapılan izler arasındaki belirgin farklılıkları ortaya çıkarmaktadır. Taş aletlerin oluşturduğu izler ana bir oluk içinde çok ince paralel çizgiler şeklindedir, tahminen kesme kenarları düzensiz bir şekilde oluşturulmuştur. Diş izleri genellikle ana bir oluk içinde çok ince izler göstermez, ancak bazen hayvan kuvvet uyguladıkça, dişlerin titreşim oluşturmasıyla yüzeyde boydan boya küçük dikey sırtlar meydana gelmektedir.

Benzer biçimde White (1992: 144) incelediği kafatasında, (çizgiler içinde çizgiler) gözlemediği dilimleme izlerindeki özellikleri taş aletin kenar yapısıyla açıklamıştır. Taş aletin kenarındaki her bir mikroskobik uç veya düzensizlik, alet sürtündükçe kendi izini bırakma ve kemiği boydan boya çizme kuvvetine sahiptir. Hem kazıma hem de dilimleme şeklindeki kesme izlerinin “tanısal” yapısı, böylece mekanik kemik ve taş etkileşimini yansıtmaktadır. White'a göre (1992: 148)

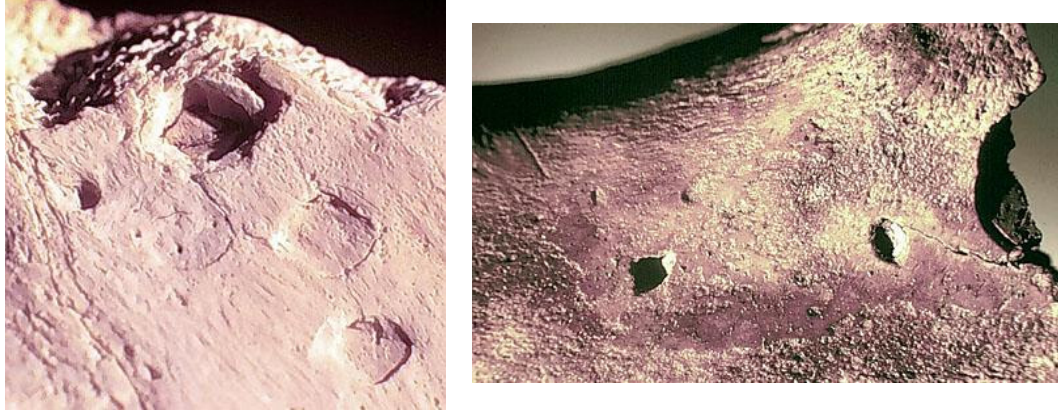
doğrama izleri, kemik yüzeyine aşağı yukarı dik bir açıda taş aletle oluşturulmuş ‘V’ şeklinde oluklar şeklindedir. Etçil köpekdişleri tarafından yapılan delikler bir taş aletle kuvvetli bir şekilde bir kemik yüzeyine dikey vurularak meydana gelen izlerden ayrılabilir.



Şekil 5.5. : Uzun-kemik gövde kalıntıları üzerinde bir taş aletle (hammerstone) vurularak meydana gelmiş ince oluklar (White, 1992: 152).

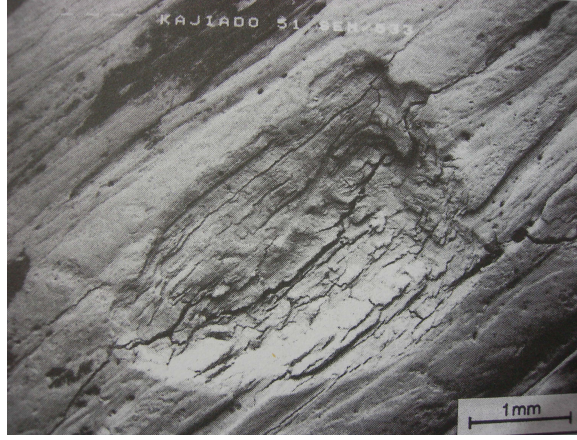
5.7.3.1. Çiğneme, Kemirme, Yontulma ve Kesme İzleri Üzerine Deneyler

Binford (1981: 44) kemik üzerinde, ufak delikler, çukurlar, çizgiler (çentikler) ve oluklar olmak üzere dört tip diş izi tanımlamaktadır. Bunlar kırılma tipleriyle birleştirilebilir. Çukurlar kemiğe dişlerin baskısı ve sıkıştırma sonucu oluşmaktadır.



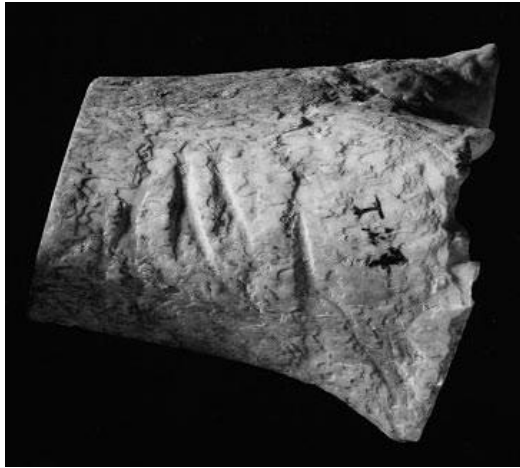
Şekil 5.6. : Soldaki: Bir geyik humerusunun proksimal kısmında diş izleri; sağdaki: ulnada dişle yapılan delik (Hurd, 2003).

Gifford, Doğu Turkana’da incelediği modern kemikler arasında hem kemirgen hem de etçillerin popülasyonunun düşük olduğunu gösteren nadir çiğneme izlerini bildirmiştir. Bu veri, fauna üzerindeki sınırlı gözlemlerle doğrulanmıştır. Brain, modern bir kirpi barınağından topladığı kemiklerin %60’ından fazlasında kemirilme izleri bulunmuştur. Bearder, bir benekli sırtlan barınağından kemiklerin %94’ ünden fazlasının çiğnendiğini saptamıştır; çizgili sırtlanlar tarafından biriktirilen bir toplulukta %77 oranında çiğnenmiş kemik bulunmuştur; Haynes, kurtların yuvalarında iskelet parçalarının tümünün çiğnendiğini ya da kemirildiğini (%5-17) saptamıştır. Çok ileri derecede bir kemik çiğneme örneği Kruuk tarafından Tanzania, Ngorongoro Krater’inde tespit edilmiştir. Benekli sırtlanlar, gergedan gibi büyük hayvanların iskeletlerini bile birkaç günde çiğneyerek tanımlanamaz parçalar haline getirmiştir (Shipman, 1981: 111).



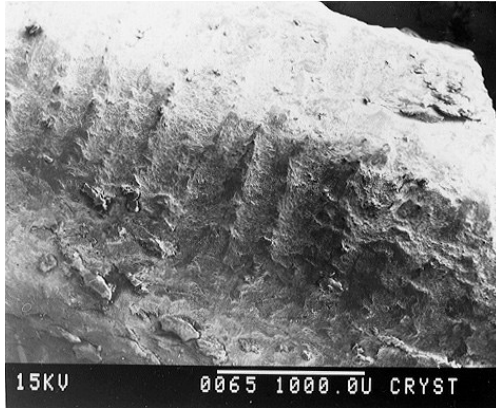
Şekil 5.7. : Kenya'da bir sırtlan tarafından güncel bir kemik üzerinde bırakılan iz (Andrews, 1997: 61).

Farklı türlerin kemikleri üzerindeki çiğneme izlerinin varlığı, daha çok avlanan türlerin tanımlanmasını sağlayabilir, bu metot Fort Ternan toplulukları üzerinde kullanılmıştır. Örneklerin %50'si veya daha fazlası üzerinde çiğneme izleri bulunan, iki zürafa türü, türü belirsiz bir zürafa ve iki orta-boyutlu bovid türü içeren beş taksonomik grup incelenmiştir. Yüksek olasılıkla bu türler tercih edilen avlardı (Shipman, 1981: 113).



Şekil 5.8. : Isırılmış bir bovid (*Bos taurus*) kemiği. Diş izleri ve kemiğin distalinde yuvarlaklaşma ve ufanma görülmektedir (Gifford-Gonzalez, 2006).

Yırtıcı aktivitesinin yoğunluğunu tayin etmek için diğer bir yaklaşım, aynı vücut parçalarının olduğu birtakım örnekler üzerindeki çiğneme sıklığını incelemektir. Tüm vücut parçalarına bakıldığında iskelet parçaları üzerinde çiğneme izlerine sahip olan birkaç birey, çiğneme izlerinin sıklığını fazla gibi gösterebilir. Tek-parça değerlendirmesiyle her bir örnek bir bireyi göstermektedir. Böylece bir minimum-sıklık tahmini sağlanmaktadır; diğer tahmin ise maksimumdur. Shipman bu metodu kullanarak, Fort Ternan'dan olası bir av türünün sağ mandibulasını incelemiştir, çünkü Hill'in verileri mandibulanın diğer vücut parçalarından daha sık çiğnendiğine dair izler bulunduğunu göstermiştir. Tüm vücut parçaları incelendiğinde bu türün kemiklerinin %50'sinden fazlası çiğneme izi gösterdiği halde, mandibulaların sadece % 26'sı çiğnenmiştir. İlk metot maksimum-sıklık tahmini sağlamıştır (Shipman, 1981: 113).



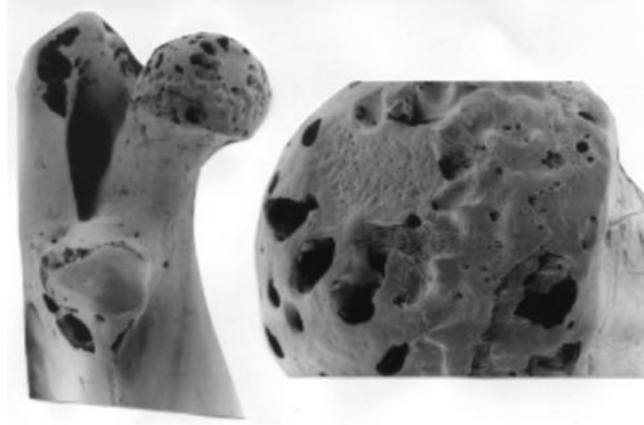
Şekil 5.9. : Bir kemirgenin ön dişleriyle kemik yüzeyinde yaptığı kemirme izlerinin TEM mikrografisi (Gifford-Gonzalez, 2006).

5.7.4. Sindirim

Paleontolojik veya arkeolojik sitlerde depolanan küçük etçil dışkıları veya yırtıcı kuşların (baykuş gibi) peletlerinde mikromemeli (kemirgen, böcekçil) dişleri ve kemikleri bulunmaktadır. Bu tür topluluklar gösterdikleri sindirim izleriyle çok

yönlü yırtıcı orijinlerinin aydınlatılmasında yardımcı olmaktadır (Weissbrod, Dayan, Kaufman ve Weinstein-Evron, 2005: 1).

Sindirim sonucunda iskelet materyali üzerinde oluşan kimyasal korozyon yırtıcının belirlenmesinde tanımlayıcıdır. Mineralojik oluşumu nedeniyle tarla faresine ait molarların bu izleri saklamak için en uygun iskelet unsurları olduğu bilinmektedir (Weissbrod, Dayan, Kaufman ve Weinstein-Evron, 2005: 9).



Şekil 5.10. : Soldaki *Bubo africanus*'un peletindeki bir kemirgen femurunda hafif ile orta dereceli sindirim izleri. Sağdaki ise aynı femur başının büyütülmüş hali (Denys, 2002: 474).

5.7.4.1. Sindirim Üzerine Deneyler

Sindirim seçici ve sıralı bir işlem olarak işlediği görülmektedir. Kemirgen dişlerinin ilk olarak minesini, sonra dentin ve kemikleri asitle bozulmaktadır. Dişler ve kemiklerin üzerinde, fosil bir sitteki yırtıcının varlığını tanımlamak için kullanılan karakteristik izler bırakılmaktadır. Genellikle, epifiz ve kemiğin çıkıntılı açılı diyafizden daha güçlü olarak etkilenmektedir. Yırtıcı kuşların midelerindeki çeşitli pH değerlerinde HCl (hidroklorik asit) solüsyonu kullanılarak kolaylıkla sindirimle ilgili deneyler yapılabilir. Daha önceki bazı deneyler yüzeysel ve yapısal etkileri

göstermiştir. İnsanın oluşturduğu sindirim etkileri Crandall ve Stahl (1995) tarafından test edilmiştir. Crandall ve Stahl derisi yüzülmüş, organları çıkarılmış ve parçalanmış böcekçil kalıntılarında oluşan dışkıların analizini yapmışlardır. İskelet öğelerinin oranlarının, kırılma ve sindirim etkilerinin incelenmesi, memeli etçillerin oluşturduğu sindirim etkisine benzer şekiller göstermektedir. Andrews'ın sınıflandırmasına göre insanın oluşturduğu sindirim etkisi, 5.grup yırtıcıların oluşturduğu sindirim etkisine eşittir. İnsan, ayrıca domuzlar ve köpeklerin oluşturduğu sindirim etkisi üzerine diğer deney, Jones tarafından balık kemikleri üzerine yapılmıştır (Denys, 2002: 473).

Dodson ve Wexlar, sindirime bağlı kemik kaybı ve parçalanmayı ölçmek için birkaç baykuşu ev fareleriyle beslemiştir. Böylece, sindirimle ilişkili olan kemik kaybına dair bir hesaplama yöntemi geliştirilmişlerdir. Benzer bir deneysel çalışma, Hoffman tarafından, aynı yiyecek tipleriyle (yetişkin fare) daha büyük yırtıcı örnekleri üzerinde yapılmıştır. Yırtıcı kuş türlerinin çalışılmasında kemiklerin parçalanma şekillerini ayırmak için nicel kriterler bulunmuştur (Denys, 2002: 473). Ayrıca Rabinovitch ve Horwitz, İsrail'deki alanlardan Orta Paleolitik'e ait kemikler üzerinde kirpilerin çiğneme eylemine dair hipotezlerini doğrulamak amacıyla kirpiler (*Hystrix indica spp.*) üzerinde deneyler yapmıştır (Denys, 2002: 474).

5.7.5. Taşınma ve Aşınma

Rüzgâr veya suyla taşınan parçaların etkisiyle kemik yüzeyinde aşınma oluşmaktadır. Hem rüzgâr kuvveti hem de hidrolik taşınma, aşınmayı ve/veya kemikte çukurlaşmasını meydana getirmektedir. Her iki durumda da, kırıkların kenarları, anatomik çıkıntılar ve kemerler yuvarlaklaşacak ve sonunda yok olacaktır. Ayrıca, sert aşınma kemiklerin dış yüzeylerinin kalkmasına neden olabilir. Aşınma

derecesini tespit etmek zor olduğu için fosillerin aşınması ile ilgili az sayıda sistematik analiz bulunmaktadır. Örnekler ince detayların belirlenmesi için bir mikroskop altında incelenebilir. Bu çalışma, düzgün olmadığı bilinen tortul parçalarının köşeli ve yuvarlak olup olmadığının tespitine benzer bir çalışmadır. Diğer bir problem de aşınmayı oluşturan taşınma hızı ve süresinin ölçülmesi için deneysel verilerin bulunmamasıdır. Çok aşınmış kemiklerin oldukça fazla bir mesafeden taşındığını ve aşınmamış kemiklerin ise önemli bir mesafede taşınmadığını söylemek mümkündür (Shipman, 1981: 114).

Andrews'e göre (1990b: 19) gömülmeden sonra kemikler hava koşullarının etkilerinden korunsa da toprak ve tortulun etkisi ile aşınmalar göstermektedir. İyi belirlenmiş aşınma dereceleri arasında ayırım yapmak zor olduğundan, tarihlendirmede bu üç geniş sınıf kullanılmaktadır:

1. Az aşınma veya aşınma yok - yeni, keskin kenarlar veya kırıklar,
2. Orta aşınma - biraz yuvarlaklaşmış kenarlar veya kırıklar,
3. Şiddetli aşınma - kenarlar belirsizleşmiş, kırıklar iyice yuvarlaklaşmış, yüzey muhtemelen kaybolmuştur.

Bu kategorilerin geniş aralıkları, farklı aşınma dereceleri oluşturan koşullarla ilgili bilgi eksikliğini yansıtmaktadır. Bununla birlikte, elde edilebilen verilerin azlığına göre (hatta bu geniş ve kesin olmayan sınıflarla bile) şaşırtıcı miktarda bilgi, aşınma verilerinden öğrenilmektedir. Karışmış toplulukları ayırmak için başka mevcut verilerle (hava şartlarının etkileri, iskeletlerin tanımlanması ve miktarı, habitat tercihlerinin bilinmesi gibi), varsa farklı türlerin kemikleri üzerindeki aşınmada göze çarpan farklılıklar kullanılmaktadır (Shipman, 1981: 115).

5.7.5.1. Taşınma ve Aşınma Üzerine Deneyler

Bazı fosil kemik toplulukları, nehir kanalları veya delta çevrelerindeki birikintilerde meydana gelmektedir. Suyla taşınma, Voorhies, Dodson ve Boaz ve Behrensmeyer tarafından deneysel olarak çalışılmıştır. İlk olarak, bu işlemin kemiklerin boyut ve yoğunluğunun bir işlevi olarak sınıflanmasına neden olduğunu göstererek Behrensmeyer suda kemiklerin sudaki davranışlarını tanımlamıştır. Behrensmeyer, tahmini olarak kemiklerin kuvars-eşitliğini kullanarak ayrıntılı biçimde metodunu hazırlamıştır. Benzer deneyler, Korth tarafından küçük memeliler üzerinde gerçekleştirilmiştir. Günümüzde araştırmacılar da suyla taşınan baykuş peletleriyle ilgili deneyler yapmıştır. Su üstünde durma, parçalara ayrılma zamanı ve mesafesini ölçmüşlerdir. Hanson doğal koşullardaki bazı küçük kanal ve nehir deneyleriyle, su taşınmasının bazı safhalarını ve depozite ait süreçlerini modellendirmeye çalışmıştır. Eklemli kemiklerde suyun etkisini test etmek amacıyla Coard ve Dennell bir su akıntısında su yolu deneylerini gerçekleştirmiştir. Bu araştırmacıların çalışmalarının sonucuna göre, eklemli kemikler önemli bir taşınma potansiyeli göstermekte ve hareket oranı parçalara ayrıldığı zamana göre daha hızlıdır (Denys, 2002: 477).

Aşınmanın farklı tiplerini gözlemlemek, bazı suyla taşınma hareketlerinin çeşitlerini ve süreçlerini anlamak için çeşitli deneyler yapılmıştır. Etkiler, su olan ya da olmayan ortamda, silt, kum, çakıl ve çakıl taşlarının boyutlarına göre değişmektedir. Hava şartlarının etkilerine maruz kalmış kemiklerin etkilenmemiş kemiklerden daha hızlı aşındığı ortaya çıkarılmıştır. Fosil kemikler, yeni ve hava koşullarının etkisiyle değişikliğe uğrayan kemiklerden daha hızlı taşınmaktadırlar. Kırılma da hava şartlarının etki derecesiyle ilişkilidir. Yuvarlanma derecesinin kırılma gibi parça boyutlarıyla ilişkili olduğu bulunmuştur. Su hareketi, kemik

üzerinde hava şartlarının etkisi ve korozyon gösteren kemiklerin tersine düzgün, cilalı yüzeyler meydana getirmektedir (Denys, 2002: 475).

5.7.5.2.Mikro Aşınma

Tafonomik süreçler, dişler üzerinde mikroskobik aşınma etkisi meydana getirmektedir. Bu izler elektron mikroskobuyla gözlemlenebilmektedir. Bir hayvanın yaşam süresince şekillenen dental mikro aşınmasına dayanılarak diyetle ilgili betimlemeler yapılmaktadır (Shipman, 1981; 193). Dental mikro aşınma etkileri, çeşitli tafonomik unsurların taklitleri kullanılarak deneylerle tanımlanmaktadır. Deneylerde alkali erozyon, tortul aşınma ve asit erozyonunun dişler üzerindeki etkisi tespit edilmektedir. Asit erozyonunu belirlemek için bir yırtıcının midesindeki hidroklorik asit veya meyvede bulunan sitrik asit kullanılmıştır (King, Andrews, Boz, 1999: 359).

5.7.6. Ayakaltında Çiğnenme ve Üzerine Deneyler

Uzun bir süre toprak üzerinde kalan kemik kalıntıları büyükbaş hayvan veya büyük memeliler tarafından ayakaltında çiğnenebilir. Bu kırılma veya tortullarda gömülmeyle sonuçlanmaktadır. Bazı kum veya kumlu topraklar, kemik shaftında sığ, yatay, paralel çizikler bırakmaktadır. Toprağın bazı değişkenlerine bakmak ve memeli kemiklerinde ayakaltında çiğnenmenin etkilerini ispatlamak amacıyla Courtin, Villa, Fiorillo, Behrensmeyer, Olsen ve Shipman tarafından deneyler yürütülmüştür. Bu deneyler çiğnenmenin çizilme izleri meydana getirebileceğini göstermiştir. Ayrıca deneyler taş aletlerin oluşturduğu kesme izleriyle ayakaltında çiğnenme izlerini ayıran kriterler sağlamıştır (Denys, 2002: 475).

Fiorillo deneysel olarak belirli bir yönde, sıraya dizilmiş kemiklerin üzerinden 165 büyükbaş hayvanın geçmesinden önce ve sonra oluşan etkileri, ilk düzenle karşılaştırarak, farklı toprak yüzeylerindeki kemiklerin mekâna ait yerleşiminde ayakaltında çığnenmenin etkilerini tanımlamıştır. Bu süreç, kemiklerin rasgele sıralanmasına neden olmuştur ve kumlu toprakta çığnenme izlerinin daha fazla sıklıkta oluştuğunun belirlenmesini sağlamıştır. Islak tortulda, kemikler toprağa dik olarak dalmaktadır, bu tip kemik değişikliği için alt tabakanın önemi gösterilmektedir (Denys, 2002: 475).

5.7.7. Hava şartlarının etkileri

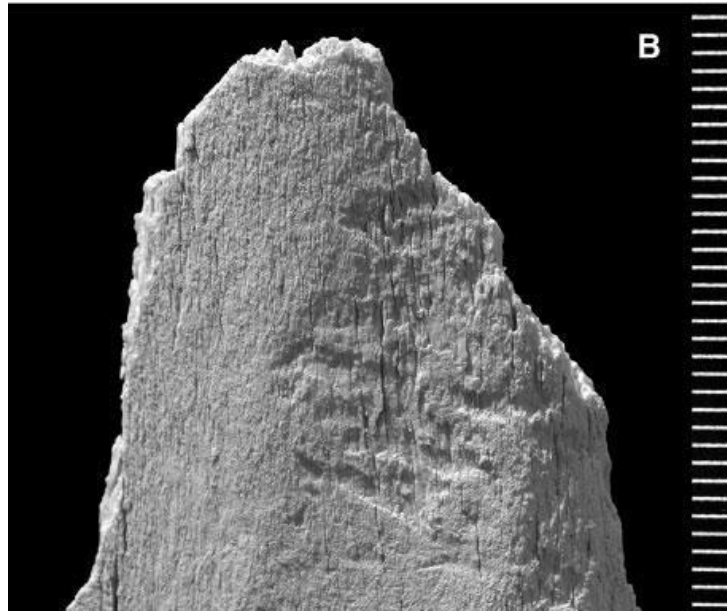
Hava şartlarının etkileri, depolanma öncesi vücut parçalarına zarar vermektedir. Kemikler ve dişler ısınabilir, soğuyabilir, ıslanabilir, kuruyabilir, donabilir ve çözülebilir. Bu süreçler yavaş bir şekilde iskelet unsurlarının kırılmasına ve eğer tortullarda gömülerek korunmazsa er geç onların yok olmasına neden olmaktadır (Shipman, 1981: 115).

Hava şartlarının etkileri, kemikte yapısal zayıflık çizgileri boyunca zamanla *yarik çizgilerin* ağını geliştirerek ilerlemektedir. Behrensmeyer nemli ortamlar dışında, hava şartlarının etkisiyle kemiklerin üst tarafının alt taraflarından daima daha hızlı değiştiğini tespit etmiştir (Gifford, 1981:417).

Depolanma sonrası hava şartları etkileri ve erozyon meydana gelmektedir ama eski çevrelerin veya hayvan komünitelerinin betimlenmesinde kullanımı çok sınırlıdır. Hava şartlarının etki derecesi, kemiklerin hava şartlarının etkisine maruz kalma süresiyle doğrudan ilişkili olsa da, bu etki farklı mikro çevrelerde farklı oranlarda artmaktadır (Shipman, 1981: 115). Farklı aşamalar, kuru, sıcak ortamlarda

çok daha hızlı gelişebilen çatlakların derecesi ve varlığıyla kısmen ayırt edilmektedir. Çatlaklar genellikle kollojen liflerinin baskın sıralamasına paraleldir. Çatlaklar derinleşmekte ve sonunda bir parça kemik kopmaktadır. Yaygın olarak, alt çenenin tabanının gövdeden ayrılması veya boyuna çatlakların sonucu olarak metapodiumun yan ve orta kenarlarının ayrılması görülmektedir. Hava şartları etkileri ile ilgili çalışmalar yapılmadan önce, bu etkilerin ikisi de hominid aktivitelerine bağlanmaktaydı (Shipman, 1981: 118).

Tafonomik araştırmalarda Behrensmeyer'in çeşitli ortamlarda memeli kemiklerinin hava şartlarından etkilenme oranları üzerine çalışması oldukça çok kullanılmaktadır. Hava şartlarının izleri, fosilleşmemiş kemiği etkileyen süreçleri göstermektedir. Bazen gömülme sonrası diyajenetik olarak kemiklerin değişmesine neden olan unsurların etkileriyle karıştırılmaktadır (Gifford, 1981:416).



Şekil 5.11. : Bir kaburganın uç parçasında etçil çiğneme izleri ve hava şartlarının etkileri (Andrews ve Whybrow, 2005: 12).

5.7.7.1. Hava Şartlarının Etki Aşamaları

Behrensmeyer (1978: 153) birçok çevrede kemiklere uygulanabilen hava şartlarının etkilerine dair bir dizi aşama geliştirmiştir. Behrensmeyer hava şartları etkilerini, “orijinal bir kemikteki mikroskobik organik ve inorganik unsurların birbirinden ayrılması ve hem yüzeyde, hem de toprak içinde in-situ halinde fiziksel ve kimyasal unsurlarla zarar görmesi süreci” olarak tanımlamıştır. Bu aşamalar, Gifford’un Amboseli’deki ve Doğu Turkana’daki modern kemikler üzerine çalışmasında kullanılmıştır. Fort Ternan fosillerindeki hava şartları etkilerine dair aşamaların Shipman tarafından çalışılmasıyla pekiştirilmiştir. Hava şartlarının etkilerine dair aşamaların tanımlanması amacıyla düşük kuvvetli bir mikroskop, derinliği, çatlama ve pul pul dökülme kapsamının tespit edilmesinde kullanılabilir. Yine de, şiddetli hava etkilerine maruz kalmış ve aşınmış kemikler arasında ayırım yapmak oldukça zordur (Shipman, 1981: 115).

Behrensmeyer, tamamen parçalara ayrılmış kemik ile taze kemik arasında tanımladığı “hava şartlarının etki (weathering) aşamaları” tanımlaması için 0 ile 5 ölçeğini geliştirmiştir. Bir kemiğin güncel ortamlardaki sıcaklığı, nemi ve pH seviyesindeki dalgalanmalar arttıkça değişim artmaktadır. Güneş ışığının etkisine maruz kalan kemik, bitkiler tarafından gölgelendirilen alanlardakinden daha hızlı değişime uğramaktadır, etçiller ve diğer kemik-toplayan hayvanlar barınaklarında kemikleri depolayarak onları hava şartlarının etkisinden korumaktadır (Gifford, 1981:416).

0.Aşama: Yeni, değişime uğramamış kemik. Genellikle, hala yağlıdır ve ilik boşluğunda yumuşak dokuya veya kaplama yüzeyine sahiptir. Kemik yüzeylerinde çatlama ve pul pul dökülme yoktur (Behrensmeyer, 1978: 151).

1.Aşama: Kemik yüzeyinde ince çatlaklar genellikle lif yapısına paraleldir. Bazı yağ, deri ve diğer yumuşak doku hala korunmuş olabilir (Behrensmeyer, 1978: 151).

2.Aşama: Dış kemik tabakaları ince tabakalar halinde dökülmekte, iç tabakalar açığa çıkmaktadır. Çatlak kenarlar açıktır. Bağlar, kırık ve deri kalıntıları hala bulunabilir (Behrensmeyer, 1978: 151).

3.Aşama: Lifli doku parçalarıyla pürüzlü, çatlaklı yüzey oluşumu görülmektedir. Çatlak kenarlar yuvarlaklaşmıştır. Doku nadiren vardır (Behrensmeyer, 1978: 151).

4.Aşama: Derin, açık çatlaklar kemiğin iç kısımlarını etkilemiştir. Parçalara ayrılmış yüzey kısımları kemik taşındığında kopabilir (Behrensmeyer, 1978: 151).

5.Aşama: Derin çatlaklar, çok küçük parçalara ayrılarak kopmaktadır. Kemik oldukça kırılmalıdır ve orijinal şeklini tespit etmek zor olabilir (Behrensmeyer, 1978: 151).

5.7.7.2. Hava Şartlarının Etkileri Üzerine Deneyler

Mikro çevrelerin etkisi, kemiklerde hava şartlarının etki aşamalarında standart bir oran saptamayı daha çok zorlaştırmaktadır. Gifford'un çalışmaları, bazı çevrelerde uygulanamasa da, kemiklerin genellikle ilk iki yıl içinde 1-2 aşama ilerlediklerini göstermiştir. Hava şartlarının etkileri sonra yavaşlama eğilimindedir ve ölümden üç yıl sonra birçok kemik hala 2. veya 3.aşamadadır. Gifford, Doğu Turkana'dakine benzer yarı-çöl ortamlarında 5.aşamaya erişmenin beş ile 10 yıl alabileceğini ileri sürmektedir. Kısmen gömülmüş kemiklerde ise 5.aşamaya erişmek daha uzun zaman almaktadır. Ayrıca Gifford, equid kemiklerinin hava şartlarının etkilerine bovid kemiklerinden daha dirençli olduğunu (muhtemelen sağlamlık ve yoğunluğunun bir sonucu olarak) ve daha yavaş etkilendiğini bulmuştur. Haynes Kanada'da yaklaşık olarak benzer olan hava şartlarının etki oranları belgelemiştir (Shipman, 1981: 116-117).

Gifford, biri diğzerinden daha az rutubetli bir yerde bulunan aynı bireye ait hippo tibiası ve radioulnası arasındaki hava şartlarının neden olduğu farklılıkları gözlemlemiştir. İlk araştırmasında Gifford, hiçbir kemikte hava şartlarının 5.aşamasını gözlemleyememiştir. Bunun nedeni, 5.aşamadaki kemiklerin neredeyse tanımlanamaz durumda olmasıdır. Shipman da Fort Ternan topluluğundaki fosillerde 5.aşamayı gözlemleyememiştir, bu da aynı tanımlama probleminden olabilir. Bununla birlikte tüm Fort Ternan topluluğu günceldir, muhtemelen hiçbir kemik 5.aşamaya erişmek için yeterince uzun bir süre hava şartlarına maruz kalmamıştır (Shipman, 1981: 117).

Bonninchen, elektron mikroskobu taramasıyla fosilleşmiş kemikleri inceleyerek, fosilleşme öncesi kuruma ve hava şartlarına maruz kalma süresince gelişmiş olabilecek mikroskobik çatlaklar ağını gözlemlemiştir. Fosiller kırıldığı zaman bu çatlakların büyük ölçekli kırıkların gelişimine işaret ettiğine inanmaktadır. Böylece fosilleşme sonrasında kırılan kemiklerin parçaları kolaylıkla ayırt edilebilen şekiller oluşturmaktadır. Bükülme gerilimine yaşam boyunca maruz kalan tibia veya humerus gibi uzun kemiklerde hava şartlarının etkileri hominid aktivitelerinde olduğu gibi benzer spiral kırıklarla sonuçlanmaktadır (Shipman, 1981: 119).

Gözlemler, türler dikkate alınmaksızın, tek bir bireye ait farklı iskelet parçalarının hava şartlarına maruz bırakılması şeklinde yapılmıştır. İlki, parçalı, modern veya fosilleşmiş tek bir iskelettir. Genellikle bir etki aşamasından daha fazlasını sergilemiştir. Bazı parçalar kısmen veya tamamen gömüldüğü zaman modern kemikler üzerinde 0.aşama'dan 2.aşamaya kadar bir dağılım gözlenmektedir. Behrensmeyer'e göre, ikincisi, el ve ayak bileklerine ait kemikler hava şartlarının

etkisine aynı bireyin diğer kemiklerinden daha az maruz kalmaktadır. Bunlar çoğunlukla ayakaltında çiğnenmeyle gömülen ilk kemiklerin arasındadır. Üçüncüsü, tekmelenen kafataslarında görülür. Eğer ayakaltında çiğnenme gömülmede önemli bir faktörse fosil kafatasları iskeletin geri kalanından daha ileri bir aşama sergileyebilir (Shipman, 1981: 119).

Birleşik Arap Emirlikleri'nde bir deve iskeleti, Andrews tarafından hava şartları etkilerinin tespit edilmesi amacıyla gözlemlenmiştir. Hayvan, 1984'te ölmüştür ve 1994'e kadar iskeletin aşamalı şekilde dağılması gözlemlenmiştir. Yüzeyde kalan kemikler, 10 yıl açık havaya maruz kaldıktan sonra Behrensmeyer'in 1-2 aşamasına erişmiştir ancak gömülen kemikler yüzeydeki hava şartlarının etkilerinden korunmuştur. Galler tepelerinde, Rhulen'de (Galler, İngiltere) uzun bir dönem izlenen projede, ılıman bir çevredeki kemiğin dağılması, gömülmesi, hava şartlarının etkileri, ayakaltında çiğnenme, çürükçüller ve yırtıcı etkilerinin aşamalarının gözlemlenmesini sağlamıştır. Koyun, inek, at, tilki, porsuk ve küçük memelilere ait yaklaşık 150 iskelet, 300 ile 400 metre arasındaki yüksekliklerde, ormanlık, bozkır ve otlak çevrelerde doğal haliyle bırakılmıştır. Başlangıçta, Andrews ve Cook kemiğin hızlı dağıldığını gözlemlemiş ve yağmurlu, korunmasız koşullarda etçillerin çiğnemesine benzeyen toprak erozyonuna ait veriler elde etmişlerdir. Galler'de tropikal çevrelerdeki bazı kemikler 12 yıl sonra Behrensmeyer'in belirlediği yüzeydeki hava şartlarının etkilerinin hiçbirine ait bir gösterge olmadan yok olabilir. İskeletlerin gömülmesi bazı kemikler açığa bırakıldıktan 3 yıl sonra, bazıları içinse 10 yıl sonra meydana gelmektedir (Denys, 2002: 474).

5.7.8. Pişirilme ve Yanma

Arkeolojik topluluklarda yanmış kemiklerle ilgili veriler bütünüyle makroskobik özelliklere dayanarak sınıflandırılmaktadır. Bu ise, genellikle renk olmaktadır. Genellikle “kömürleşme” ve “kireçleşme” terimleri kullanılmaktadır, ancak bu terimler pişirilme ve yanmayı tam olarak tanımlamamaktadır. Buikstra ve Goldstein’in (1973) yanma analizinde üç-çeşit yanma sınıflaması vardır: kirecimsi hale gelmiş, tütsülenmiş ve yanmamış kemikler. Todd (1987) ise dördüncü olarak “lokal kömürleşme” kategorisini eklemiştir (White, 1992: 157).

5.7.8.1. Pişirilme ve Yanma Üzerine Deneyler

Arkeologların ve paleoantropologların görevlerinden biri de bir birikintinin doğal ve kültürel orijini arasındaki ayrımı tafonomiyle ilintili olarak yapabilmektir. Bu aynı zamanda zooarkeolojinin de çalışma alanını oluşturmaktadır. Arkeolojik sitelerdeki korunma farklılıkları, birikintinin doğal veya kültürel orijini ile -özellikle insanın tüketmesi veya kullanımıyla- ilgili olan hipotezlere yol açmaktadır. İnsan aktivitesiyle ilgili deney yapmak kolaydır ve bu deneysel çalışmanın en kolay alanlarından biridir. Lartet (1860) yeni kemikler üzerinde taş aletlerle deney yapmış, prehistorik kemiklerle karşılaştırmış ve insan aktivitesini yorumlamıştır. Martin (1907-1910) memeli kemiklerini kırarak insan tarafından kırma aktivitesini gösteren kriteri ayırt etmeye çalışmıştır. Isıtma, yanma ve kaynama üzerine bazı çalışmalarda kemik yoğunluğu, kemik kimyası ve yapısı incelenmiştir. Son zamanlarda, Roberts ve diğerleri (2002) inorganik ve organik unsurların pişirmedeki etkilerini deneyler aracılığıyla karakterize etmeye çalışmışlardır (Denys, 2002: 471).

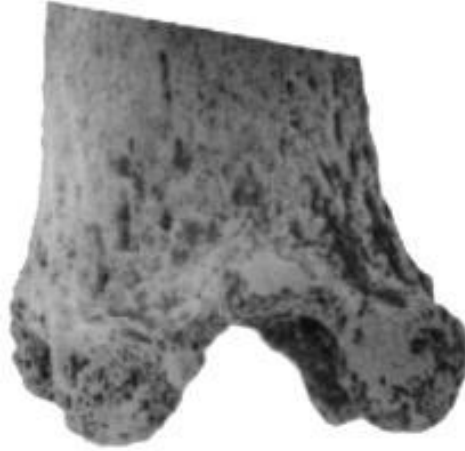
5.7.9. Toprak Korozyonu, Bakteri ve Mantar

Doğada bolca bulunan likenler, algler ve mantarların kemik doku yapısında azaltıcı etkiler yaptığı gözlenmiştir. Sindirime ek olarak, kemikler ve dişler doğal alanlardaki toprakların kimyasal etkisiyle korozyona uğrayabilirler ve özellikle epifizlerde aşınmış kemik yüzeyleri meydana getirirler. Deneysel çalışmalar yüksek derecede bazik tortulların da (pH 9-14) değişiklikler meydana getirdiğini göstermiştir. Örneğin, mine etkilenmezken, kemikte ve dentinde “deskuamasyon (pul pul dökülme)” denen bir yüzey soyulması oluşturmaktadır. Fernández-Jalvo ve diğerleri 1 M potasyum hidroksit (pH ~ 14) içine daldırılmış dişlerde sadece 48 ve 72 saat sonra değişiklikler meydana geldiğini, 0,1 M hidroklorik asit (pH ~ 1,7) içine daldırılmış dişlere ise asit saldırısının çok daha çabuk (1 dakika sonra) olduğunu göstermiştir (Denys, 2002: 477).

Topraktaki farklı kimyasal koşullarının bir benzerini oluşturmak amacıyla küçük memeli leşleri Galler, İngiltere’de pH =4,0 ile bir turba bataklığına gömülmüştür. Diğer örnek, az miktarda suyla bir konteynırda dört yıl bırakılmıştır. Üçüncü örnek ise pH = 6,0 ile karbonatlı volkanik bir kayadan türetilen bir solüsyona yerleştirilmiştir. Sonuç olarak, bazik ortamda bırakılan kemikler az miktarda değişiklik gösterirken asitli topraktaki kemikler asitin etkisiyle oyulmuştur (Denys, 2002: 478).

Kontrollü pH değeri altında, farklı toprak tiplerinin bulunduğu bir alanda ve ılıman bir çevredeki drenaj rejiminde, yedi yıl süresince *Bos* (yeni veya kaynamış) ile sıçan boyutlarındaki çeşitli evcil hayvanların bütün kavruları gömülü kalmıştır. Hemen hemen bütün yumuşak dokular yok olsa da kürk, deri ve toynaklar asidik topraklarda yok olmamıştır. Kemik kaybı ve değişiklik oranı sadece toprağın pH

değeri ile ilişkili olamaz. Benzer boyutlardaki hayvanlar arasında, kemik değişiklikleri coğrafik olarak benzer olan pH değeri ve drenajdaki yakın topraklarda farklı olmaktadır. Kalıntıların gömülme öncesi kalıntıların durumu kaynamış örnekler için diyajenezde hızlandırıcı bir rol oynamaktadır (Denys, 2002: 478).



Şekil 5.12. : Arkeolojik bir alandan (Monte di Tuda site, Corsica, Holosen) elde edilen fosil kemirgen femuru üzerinde asitli toprak tarafından meydana gelen korozyon (Denys, 2003: 476).

İngiltere Overton Down'da, 1961'de arkeologlar tarafından mantarların ve omurgasızların saldırısı, kemik yüzeyindeki değişiklikler ve pişirilen kemiklerin bozulmasını incelemek amacıyla deneysel bir toprak set kurulmuştur. Toprak set kısmen 1993'te kazılmış ve iki kemik A'mour-Chelu ve Andrews tarafından incelenmiştir. 1961'de kemiklerden kuzu distal metapodiali gömülmeden önce 1 saat kaynatılmıştır. İkincisi ise asitli yeraltı suyunun süzülmesi nedeniyle yüzey bozulması göstermiştir. Ek olarak, mantar saldırısı her iki kemik üzerinde birçok küçük boyutlu oluk bırakmıştır. Kemikğin gömülmeden önce hazırlanması esnasında yapılan deneysel kesme izleri hala görülebilmektedir. Söz konusu deney gelecek 32 yıl için devam edecektir. Başka bir deneyde, mağara sistemi girişinde parçalanmış olan tek bir inek iskeletinde Andrews ve Cook tarafından tanımlanmış olan

ayakaltında çiğnenme izleri taşımaktadır. Birkaç kök izi gözlemlenmiş, ancak ne kırılma ne de böcekçilin oluşturduğu hasara ait izlere rastlanmamıştır. İkinci deney, Draycott mağarası içinde ele geçirilen bazı amfibi kemikleriyle ilgilidir ve kemikler 16 yıl boyunca dışarıda açıkta bırakılmıştır. Taramalı elektron mikroskobu (TEM) gözlemleri, yeni başlamış olan hava şartlarının etkilerini, bitki kökü ve mikro organizma saldırısını göstermiştir (Denys, 2002: 478).

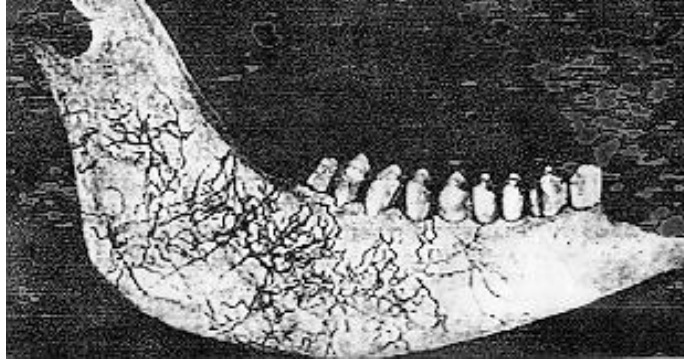
5.7.10. Bitki Kökü İzleri

Birçok bitkinin kökleri humik asit salgılamaktadır. Bu izler kemik yüzeyinde çoğunlukla derin olmayan oluklarla dallanma şekilleri, kemik yüzeyi ile doğrudan temastaki kök veya mantarların gelişmesi ve çürümesiyle ortaya çıkan asit tarafından çözünmenin bir sonucu olarak yorumlanmaktadır (Behrensmeyer, 1978; Lyman, 1994).

White (1992: 119) üye kemiklerinin kırık veya iç yüzeyleri üzerindeki kök izlerinin varlığının kemiğin göreceli kırılma zamanı hakkında asıl ipuçları olabileceğini ileri sürmüştür. Eğer bir kırık yüzeyi üzerinde kök izleri varsa, kemik belki de depolanmadan önce kırılmıştır. Yine de, kemik depolanma ve gömülmesiyle ilgili zamanlamaya göre kök izlerinin zamanlaması (veya hızı) bilinmemektedir. Kök izleri, kemik kırıklarının ne zaman oluştuğuna ilişkin bilginin edinilmesini engellemektedir. Bu, özellikle (eğer kökler kemik arasından büyüyorsa) kök büyümesinin kemiği kırıdığı durumdur.

Kök izlerinin, asidik tortul matrisiyle oluşan asidik korozyonun diğer çeşitlerinden ayrılması, kökler tarafından şekillenen kanallar veya olukların tanımlanması ile mümkün olmaktadır (Andrews, 1990b: 19). Sindirim ve tortul

korozyon böyle oluklar oluşturmamaktadır. Bazen kök izleri oldukça kapsamlıdır ve korozyonun iki tipini andırmaktadır. Kök izleri insan tarafından yapılan kasaplık izlerinden kolaylıkla ayrılan, kıvrımlı ve düzgün, U-şeklindeki çapraz kesişmelere sahiptir (Lyman, 1994: 377).



Şekil 5.13. : Bir koyun alt çenesi üzerindeki bitki kökü izleri (Lyman, 1994: 376).

5.7.11. Stronsiyum veya Diğer İz-elementlerin Varlığı

Kemikler, yaşayan canlının stronsiyum tüketiminin analizini sağlayacak miktarda kalsiyum fosfat içermektedirler. Böylece canlının diyeti hakkında bilgi edinilebilmektedir (Behrensmeyer, 1984: 561).

Başlıca diyet gruplarındaki (yaprak yiyenler, otçullar ve etçiller) hayvanların kemiklerinde stronsiyum ve kalsiyumun farklı oranlarda olduğu bulunmuştur. Yaprak yiyenler otçullardan daha çok stronsiyum alırlar ve etçiller ise stronsiyum oranı en düşük olanlardır. Kemiklerdeki -fossil veya güncel- stronsiyum derecesi fizyolojik bakımdan ayarlanamaz ve jeolojik değişimlerden de etkilenmez. Bu yüzden de, hayvanın kemiklerindeki stronsiyum derecesi o elementi ne kadar almış olduğunu göstermektedir. Böylece gerek tür tanımında, gerekse ekolojik bilgilerde

faydalı olmaktadır. Stronsiyum analizi, yalnızca karmaşık olmayan ve taşınmamış topluluklarda anlamlı sonuçlar verebilir (Ersoy, 2000: 98).

5.8. Diyajenez Etkisi

Diyajenez çökelmiş gevşek tortulların çökeldikten hemen sonra buldukları ortamda sıcaklık (~150-200°C) ve basınca bağlı olarak metamorfizmaya kadar uğradıkları her türlü prosese verilen isimdir. Diyajenez; sıkışma, çimentolanma, tekrar kristalleşme gibi çökelin fiziksel, kimyasal ve biyolojik olarak değişime uğramasıdır (Kaymakçı, 2001: 5).

Mineralleşme süreci ya da diyajenez oldukça farklı biçimlerde oluşmakta ve organizma bileşimi, gömülme ortamının kimyasıyla birleşmektedir. Çoğu kimyasal ortamda- örneğin yüksek asitli tropikal topraklarda- organizmanın yumuşak kısımları ile birlikte sert kısımları da çözünmektedir. Fosilin kaybı gömülmeden sonra herhangi bir zamanda oluşmaktadır. Fosiller erozyon ya da yer hareketine maruz kalabilmektedirler (Behrensmeyer, 1984: 561).

Jeolojik güçler, fosilleri yok edebilir veya onların ilk bulunduğu yerde korunmasını engelleyebilir. Volkanizma ve metamorfizma diyajenezin iki asal örneğidir. Volkanizma, bir jeolojik plakanın diğerinin altına girmesine yol açan tektonik plaka hareketleridir. Metamorfizma, dönüşüm altındaki kaya formasyonlarıdır. Böylece yeryüzünün mantosuna doğru daha derinde ısınmaktadır, doğada şekil almaktadır. Kayaların bu yeni keşfedilen hareket kabiliyeti fosilleri yok etmektedir ve biyolojik tarih kitabını sayfa sayfa silmektedir. Bu değişimlerin tümü bir araya getirildiğinde kolaylıkla geçmişin hatalı yorumlanmasıyla sonuçlanabilir ve çoğu kez böyle olmaktadır. Daha sonraki tarihlendirme metotlarıyla ve jeolojik,

biyolojik, biyokimyasal ve jeokimyasal çalışmaların harmanlanmasıyla tafonominin engelleri aşılabılır. Bu değişimler sadece fosil kayıttan çıkarılan bilgiler değildir, ancak yanlış bir şekilde oluşturulan bilgilere eklenebilir. Örneğin, belirli bir habitatta eşit popülasyon boyutu olan iki midye tipi vardır. Bunlardan biri daha ince kabuklu ve diğerinden biraz farklı kimyasal birleşime sahiptir. Ölümden sonra çözünmeye daha eğilimli olan midye tipinin fosil kaydında er geç azalması (iki midye arasındaki oran 1:1'den fazla değildir) diğer midye türünü gerçekte olduğundan daha çok gösterebilir (Spriggs, 1998).

5.9. Tafonominin Paleoantropolojiyle İlişkisi

1970'lerde tafonomi, Brain, Behrensmeyer ve Hill'in çalışmaları ile paleoantropoloji ve arkeoloji disiplinlerinde kullanılmaya başlanmıştır. Çalışmalar kemik üzerinde insan ve insan dışındaki etkilerin neden olduğu değişiklikler ve paleoekolojik çerçevede insan evrimi üzerine yoğunlaşmıştır. Tafonominin arkeolojik problemlere uygulanması, ilk insan davranışı üzerine daha önceki değerlendirmelerin yeniden gözden geçirilmesini sağlamıştır (Behrensmeyer ve Kidwell, 1985: 107).

Bunn (1991: 433) insan evriminin ilk aşamalarıyla ilgili birçok bilimsel delilin, Güney ve Doğu Afrika'daki alan araştırmalarından geldiğini ve delillerin büyük kategorilerinin de şunlar olduğunu ileri sürmüştür:

1. Hominoid fosilleri (nesli tükenen ve modern insanları içeren Hominidae ailesi),
2. Eski taş aletler ve bazen fosil hayvan kemikleri içeren arkeolojik sitler,
3. İlk iki kategorinin jeolojik ve paleoekolojik içerikleri.

5 ile 2,5 milyon yıl önceki dönemin bipedal, küçük beyinli hominidleri Doğu ve Güney Afrika'daki birkaç australopithecus türüyle betimlenmiştir. Onların fiziksel görünüşlerinden, davranışlarının insan-benzerliğinden daha çok kuyruksuz büyük maymun-benzeri olduğu tahmin edilmiştir. Birkaç Güney Afrika mağarasındaki fosil kemik topluluklardan Australopithecusları ilk keşfeden Raymond Dart, ilk insanları, kuvvetli yırtıcılık davranışı ve avlarının kemikleri, dişleri ve boynuzlarını alet ve silah olarak kullanmasından dolayı katil kuyruksuz büyük maymun olarak karakterize etmiştir (Leakey ve Lewin, 1999; Bunn, 1991). Dart mağaralardaki bulguları, etçilik ve hatta yamyamlık eğilimlerinin inkâr edilemeyecek kanıtları olarak görmüştür (Leakey ve Lewin, 1999: 214). Dart'ın *osteodontokeratik* adını verdiği kemik-diş-boynuz üçlüsünden oluşan kültür, büyük bir olasılıkla taş teknolojisinden önceki aşamayı simgelemektedir. Önceleri pek taraftar bulmayan bu görüş bugün ciddi olarak tartışılmaktadır (Özbek, 2000: 106).

Dart'ın iddialarıyla ilişkili gözlem ve deneylerin en iyi serisi Brain'inkidir. Kemik aşınması ve topluluk oluşumu dinamiklerinin yöntemsel çalışmalarında Brain, Dart'ın kırılmayı tayin eden ve etken frekansı hakkındaki varsayımlarının birkaçının yanlış olduğunu tespit etmiştir (Gifford, 1981: 378). Brain, kemiklerin nasıl mağaralarda toplandığı, daha sonra neler olduğu ve mağara tortullarındaki fosilleşme süreci konusunda kapsamlı çalışmalar yapmıştır (Leakey ve Lewin, 1999: 222-223). Ayrıca, yerleşim görmeyen mağaraların sırtlanların öldürdüğü hayvanların kalıntıları ile dolu olduğunu ve kemik kırıklarının insanın alet yapma eyleminin bir sonucu olmadığını tafonomik araştırmalar ile göstermiştir (Fagan, 1987: 357-358).

Hominid evrimi ve uzun dönemli çevresel değişiklikler arasındaki ilişki doğa bilimcilerin ilgisini çekmiştir. Çevre, Darwin'in evrimsel değişim hakkındaki

düşüncelerinde anahtar rolü oynamaktadır (Bell ve Walker, 1992: 110). Doğal ayıklanma süreci geçen yüz binlerce yıl zarfında görece daha iri beyinli, daha uzun boylu, daha kusursuz dik yürüyebilen, zeki, yetenekli ve kurnaz insansı formların oluşması doğrultusunda evrimini sürdürmüştür. Bu arada, Afrika da ekolojik yönden giderek önemli değişmelere sahne olmuştur. Aşağı yukarı 3 milyon yıl önce Orta Pliyosen’de başlayan iklimdeki soğuma ve kuraklaşmaya paralel olarak, sık ormanlık alanlar yerini açık savanlık alanlara bırakmıştır. Sonuçta bazı hayvanlar yok olmuş, bitki örtüsü fakirleşmiş, önemli su kaynakları kurumuştur (Özbek, 2000: 106).

Elisabeth Vrba, mağara tortullarında, hominidlerin yanında bulunan antilop kemiği fosillerini incelemiş ve farklı mağaralarda insan atalarının yanında farklı hayvan fosillerinin bulunmasının yerel ekolojideki farklılığın bir sonucu olduğunu farketmiştir (Leakey ve Lewin, 1999: 49). Vrba, Afrika’da ormanlık alanlara uyum sağlamış bazı otçul memelilerin (antilop başta olmak üzere) giderek azalmasında bu iklim değişmesinin birinci derecede sorumlu olduğuna işaret etmiştir. Kimi sığır türlerinin de Orta Pliyosen, yani aşağı yukarı 3 milyon yıl öncesinden itibaren Avrupa ve Asya kıtalarına doğru göçe başladıkları aynı araştırmacı tarafından ileri sürülmektedir (Özbek, 2000: 106).

Leakey ve Lewin’e göre (1999: 49) hominidler bazen mağaralarda yaşamış, yemek için getirdikleri hayvanların kemikleri ile hemcinslerinden ölenlerini burada bırakmış olabilirler. Kemikler mağaralara akarsularla sürüklenmiş ya da hominidler mağaraların içinde ve çevresinde yaşayan leopar, çakal, sivri dişli yaban kedileri ve aslana yem olmuş olabilirler.

Behrensmeyer'e göre (1984: 562) organik kalıntıları değiştiren tafonomik unsurlar, nesli tüklenmiş organizmaların yaşama biçimleri hakkında bilgi verdiği için paleoekolojik betimlemelerde önemlidir. Tafonomik araştırmalarla hangi canlıların hangi izleri bıraktığı tespit edilebilmektedir. İnsan ataları, alet yapmaya ve et yemeye başladıklarından beri tafonomik bir faktördür. İlk hominidlerin et tüketimi ile ilgili eylemlerinin, etçillerden farklı olduğu kemik kalıntıları üzerinde bıraktıkları belirgin izlerden anlaşılmaktadır.

Kemiklerdeki kesme izlerinin, kırılma veya kemiğe zarar veren diğer faktörlerden ziyade insan aktivitesi de olabileceği göz önüne alınmıştır. Etçiller tarafından çiğnenme, kemirgenler tarafından kemirilme, metal aletler, taş veya kemikle kesilme, ezilme ve hatta fosil örneklerin dişçi aletleriyle hazırlanmasını içeren birçok süreç kemik üzerinde benzer izler bırakmaktadır. Bunun çözümlenebilmesi için günümüzde elektron mikroskop kullanılmaktadır (Behrensmeyer, 1984: 563).

Tafonomi, eski çevrelerin yeniden yapılandırılmasında anahtar görevi görmektedir. Bu anlamda insan evrimi çalışmalarında ve dolayısıyla insan atalarının içinde yaşamış olduğu ortamın ortaya konulmasında çok önemli bir işleve sahiptir. İnsan atalarına ait fosil kalıntıların bulunduğu bir alandan elde edilen kemiklerin üzerindeki izlerin tafonomik açıdan analizi, hem fosillerin söz konusu dönemde nasıl bir ortamda bulunduğunu, hem de insan ataları tarafından kemiklerin ne amaçla modifikasyona uğratıldığının belirlenmesine yardımcı olmaktadır. Bu tür çalışmalar insan atalarının yaşamsal eylemlerinin ve avlanma stratejilerinin daha açık şekilde anlaşılması için gerekli temel bilgileri ortaya koymaktadır (Demirel, 2005: 23).

BÖLÜM VI

ÇANDIR LOKALİTESİ VE BULGULAR

Bu bölümde tafonomik bir çalışmaya örnek olarak Orta Miyosen döneme ait olan Çandır Lokalitesi ele alınmıştır. Öncelikle Çandır Lokalitesinin zengin fosil faunası üzerine yapılan paleoekolojik yorumlamalara yer verilmiştir ve fosil fauna incelenmiştir. Tafonomik olarak elde edilen ipuçlarından paleoekolojik izlenimlerin kazanılması amaçlanmıştır.

6.1. Çandır Fosil Lokalitesi

Çandır fosil lokalitesi, Türk-Alman ekibi tarafından Geç Senozoik linyit depozitlerinin Çankırı Çorum havzası tetkikleri sırasında 1960'larda bulunmuştur (Güleç, 2003: 3). Buluntu yeri adını, Ankara'ya 80 km., Çankırı'ya ise 45 km uzaklıkta yer alan Çandır Köyü'nden almaktadır. Bu bölgedeki kazılar, adı geçen köyün kuzeybatısında, Ankara-Çankırı karayolundan batıya, Hırsızderesi'nin kuru vadisine ayrılan yolun her iki tarafında, çok geniş bir alanı kaplayan depozitlere yönelik olarak yapılmıştır. Bu depozitler, Miyosen'de bölgede olan bir tatlı su gölünün kıyılarına ve onun hemen gerisindeki çamur düzlüklerinin varlığına işaret etmektedir (Güleç, 1992: 87).

Çandır sitesi, disiplinlerarası bir araştırma projesi, Çankırı-Çorum Havza'sının araştırılmasıyla 1988'de başlatılmıştır. Jeolojik ve sedimantolojik çalışmalarla birlikte ayrıntılı paleontolojik kazılar 1989'dan 1998'e kadar devam etmiştir (Güleç, 2003: 6).

Havzada yirmi beş lokalite tanımlanmış, ancak bunların beş tanesi (1, 3, 4, 5 ve 25) kazılmıştır. Bir lokalite (Lokalite 2) küçük memeliler açısından yoğun olarak örneklenmiştir. Lokalite 3, fosiller bakımından oldukça zengin olduğundan kazının odak noktasındadır. Lokalite 1, stratigrafik olarak Lokalite 3'ten daha gençtir. Lokalite 1 ve 3 arasındaki bölgede stratigrafi, sedimentoloji veya biyostratigrafisinden belirgin zaman ayırımı gösteren tortul aralığın delili yoktur. Lokalite 2, stratigrafik olarak Lokalite 1'e eşittir. Lokalite 4, 5 ve 25 daha az verimlidir (Güleç, 2003: 6).

Çandır, Orta Miyosen'den Üst Miyosen'e uzanan bir dönemi kapsamaktadır. Miyosen göl tortulları geniş bir alan kaplamaktadır (Güleç, 1992: 85). Doğan'a göre, (1996) Miyosen göllerinin etrafını savan ve ormanlar çevrelemiştir. Miyosen dönem gölleri sık eşik ve dar boğazlarla bağlantılıdır. Miyosen'de sıcaklıkta azalma ve artma görülürken, Miyosen Dönem'in sonuna doğru kuraklık artmaya başlamıştır. İklim değişmelerine paralel olarak fauna ve florada da değişiklikler meydana gelmiştir.

Miyosen'de (23.8-5.3 milyon yıl) birçok ağaçlı biyom daha açık-kır ağaçlıkları veya otlaklarıyla yer değiştirmiştir. İklimsel rejimler genellikle günümüzle karşılaştırılabilir bölgelerden daha az mevsime özgüdür. Bu iklimsel ve ekolojik değişiklikler, karasal hayvanların biyo-çeşitliliği ve adaptasyonları üzerinde çok büyük bir etki yapmıştır. Eski Yeni Dünya tropikal kuşaklarında, And Dağları'nın hızlı yükselişinin ilk evreleri, tropikal düz arazilerden ayrılan fizyo-coğrafik bir bölge oluşturmuştur. Yeni Dünya tropiklerinde bu zaman periyoduna ait memelilerin biyo-çeşitliliği birçok lokalitede tanımlanmıştır. Miyosen fosillerinin

son zamanlarda bu alanlardan keşfedilmesi bu nedenden kaynaklanmaktadır (MacFadden, 2006: 159).

Çandır, içerdği çok zengin fosil fauna grubu ile birçok araştırmacının dikkatini çekmiştir. Miyosen döneme ait çökeller step-savan-orman faunalarının kombinasyonu ile birlikte insanın da içinde bulunduğu Hominoidea üstalesinin filogenetik evrimine ışık tutacak fosil örnekleri barındırmaktadır (Güleç, 1992: 85).

6.1.1. Çandır Formasyonunun Tarihlendirilmesi

Biyokronolojik MN sistemi Mein (1975) tarafından; belirli taksonların evrim aşamasına, göç yollarıyla ilk ortaya çıkışlarına ve soyları tükenerek yok oluşlarına dayandırılarak kronolojik istife yerleştirilen fosil memeli topluluklar serisidir. MN zonları biyolojik kriterlere göre Oligosen/Miyosen sınırındaki MN1 zonu ile Pliyosen/Pleistosen sınırındaki MN 17 arasında sınırlandırılmıştır (Agusti ve ark. 2001).

Formasyonların yaşlandırılması da, Avrupa MN zonlamasıyla Anadolu kemirgen faunasının biyostratigrafik korelasyonuna dayanmaktadır. Çandır formasyonu adı ilk kez, bu formasyonun Geç Miyosen'e ait olduğunu düşünen Tekkaya (1975) tarafından verilmiştir. Formasyonun yaşı hakkındaki yorumlar doğru olmamakla birlikte, daha sonra Koçyiğit ve diğerleri tarafından (1995) tekrar ele alınmıştır. Koçyiğit ve diğerlerine ait (1995) haritada ve kesitte Çandır, Altıntaş ve Hancılı formasyonları aynı birimin, Çandır Grubunun, farklı fasiyesleri olarak sunulmuştur. Bununla birlikte, bu birimlerin her biri farklı fiziksel karakterlere, yaşa, tektonik ve depozisyonel özelliklere sahiptir. Çandır birimi bunlar arasında en iyi

bilinenlerden biridir ve Türkiye'nin en zengin fosil lokalitelerinden bazılarını kapsamaktadır (Kaymakçı, De Bruijn, White, Van Dijk, Saraç, Ünay, 2003: 14).

Çandır Formasyonu düzensiz bir şekilde Pre-Neojen birimlerinin üzerinde uzanmaktadır. Süleymanlı ve Bozkır formasyonları tarafından örtülmektedir. Ayrıca tektonik açıdan NAOM (North Anatolian Ophiolitic Melange) tarafından da örtülmüş durumdadır. Çandır'ın tip bölgesi Çandır Köyü'nün 1 km kuzeyindedir. Çandır Formasyonunun üst seviyeleri flüvyal ve gösel özelliklerle karakterizedir (Kaymakçı, De Bruijn, White, Van Dijk, Saraç, Ünay, 2003: 14).

Her ne kadar MN 4 - MN 7/8 arasında meydana gelmiş olsalar da, Çandır topluluğunun MN zonlarıyla olan korelasyonu, çok sayıda türün Avrupa kayıtlarından farklı yaşta olması nedeniyle zordur. Magnetostratigrafik sonuçlar da açık değildir ama fosilli tabakalar 16,3-16,5 m.ö. ya da 13,5-14,1 m.ö. (MN 5 ve MN 6) tarihlendirilebilir. Bu sonuçlar biyostratigrafik korelasyonlarla uyumludur ve Çandır Formasyonunun Orta Miyosen'e tarihlendirilmesine yardımcı olmaktadır. Sarıkaya lokalitesindeki *Cricetodon* örnekleri Hancılı Formasyonu topluluğu ile aynı türe aittir ve bu da MN 4 ile bir korelasyonu önermektedir. Ayrıca Çandır Formasyonu MN 4 - MN 5 ya da 6'yı (Burdigalian?-Langhian ya da Orta Serravalian) kuşatmaktadır (Kaymakçı, De Bruijn, White, Van Dijk, Saraç, Ünay, 2003: 18).

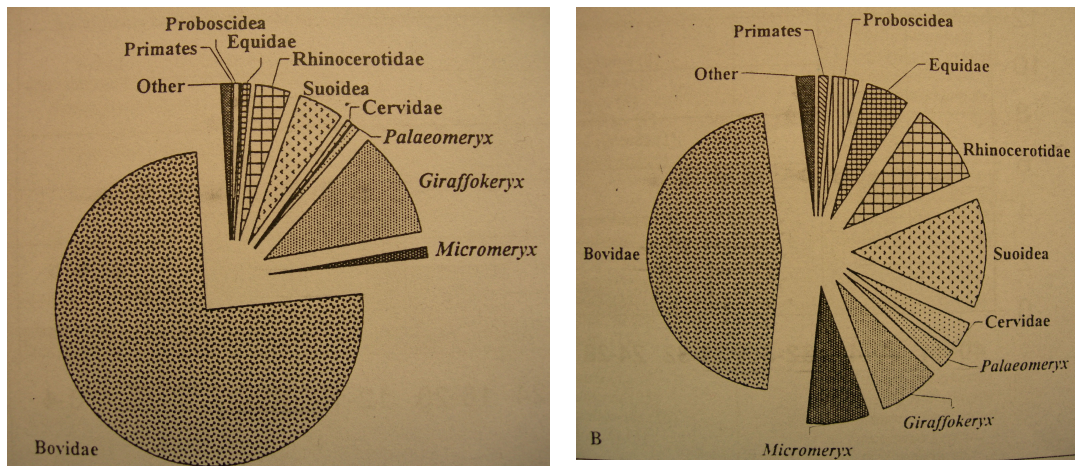
6.1.2. Tektonizma

Neojene ait 2 farklı tektonik rejim saptanmıştır. Daha erken olanı Aquitanian'da (23,8 m.ö) başlamıştır ve Kılçak, Altıntaş, Hancılı ve Çandır formasyonlarında gözlenen uzanımsal deformasyonlarla karakterizedir. İkincisi,

Tuğlu, Süleymanlı, Bozkır ve Deyim Formasyonlarında gözlenen bölgesel tektonizma ile karakterizedir ve Tortonian'de (9,7 m.ö.) başlamıştır. En son tektonik rejim yapıları, Hancılı ve Çankırı Havzasında, fayları tersyüz etmiştir. Çankırı Havzasındaki son tektonik rejim Kuzey Anadolu Fay Hattının gelişimiyle sonuçlanan aynı tektonik rejim tarafından tamamlanmıştır ve bu hala aktiftir (Kaymakçı, De Bruijn, White, Van Dijk, Saraç, Ünay, 2003: 27).

6.2. Çandır Faunası

Çandır'ın zengin faunası, Orta Miyosen'de Türkiye'nin bu bölgesinin paleoekolojisi hakkında yeterli sayıda güvenilir sonuç vermektedir. Memelilerin fonksiyonel anatomisi, biyotopların bir çeşidini göstermektedir, göl kenarına yakın daha ağaçlık ve akıntıya karşı daha açık koşullarla mozaik bir çevreyi işaret etmektedir. Lokalite 1 ve 3 arasındaki ekolojik göstergelerde oldukça belirgin farklılıklar kısmen habitat çeşidiyle ve ayrıca sit formasyon süreçlerindeki farklılıklarla açıklanabilir, daha sonraki koleksiyon ise etçiller tarafından biriktirilmiştir.



Şekil 6.1. : Çandır'daki büyük memelilerin çeşitli gruplarının oranları. Soldaki: Örnek boyutları

Sağdaki: Minimum birey sayıları (Güleç, Begun ve Geraads, 2003: 244).

Faunal çeşitlilik endisi, Çandır'da Paşalar'dakinden biraz daha kuru koşullar olduğunu göstermektedir, ancak Yunanistan'daki ve Türkiye'deki Üst Miyosen lokaliteleri veya İnönü I'deki kadar açık değildir. Bu da oldukça baskın bir açık arazi unsuruyla karmaşık ve değişken bir manzarayla uyumludur. Senogramlar Paşalar ile açık bir benzerliği doğrulamaktadır. Son olarak, faktör analizi de Paşalar'dakinden daha kuru, ama geç Miyosen lokalitelerine göre daha az açık olan koşulları göstermiştir. Ön analizlerden Çandır ve Paşalar'ın benzer yerler olduğu, belki oldukça kuru, mevsimlik astropikal ağaçlık habitatu olduğu açıktır. Çandır biraz daha baskın bir açık arazi biyotopuna sahiptir (Güleç, Begun ve Geraads, 2003: 247).

6.3. Çandır Üzerine Paleoekolojik Fonksiyonel Yorumlamalar

Çandır lokalitesindeki faunanın önemli bir kısmını ruminantlar oluşturmaktadır. Meyveciller, hepçil veya yaprakçıl memeliler oldukça enderdir, fauna birkaç suoid, chalicotherler, proboscideanlar ve bir primat, *Griphopithecus alpani* ile tanımlanmaktadır. Güleç ve Begun, Çandır mandibulasının analizinden *Griphopithecus*'un sert maddelerle beslenen bir meyvecil olduğu sonucuna varmışlardır. King ve diğerleri da Paşalar'da benzer taksondan benzer sonuca varmışlardır. Bu, orman veya ağaçlık bir habitatla daha uyumludur. Diğer türler karışık beslenebilse de, gergedanlar arasında, *Beliajevina*, yüksek taçlı ve karmaşık oklüzyon morfolojisi nedeniyle kesinlikle otlarla beslenen bir türdür. Brachypotherler çoğunlukla hippolara benzetilmektedir. Ancak uzun, incecik humerus, bir fili daha çok anımsatmaktadır ve onlar da açık arazide yaşamaktadır. Chalicotherler ileri derecede brachyodont dişlere sahiptir ve kesinlikle yumuşak yiyecek tüketmiştir. Anchitheriiler muhtemelen karışık beslenmektedir. Çoğunlukla orman sakinleri oldukları düşünülmektedir. Suidlerden oldukça güçlü gelişen lophodontisi ile *Listriodon* ve daha küçük boyutuyla *Bunolistriodon* geniş uzun taçlı kesici dişleriyle

otlayan, yaprakçıl diyeti göstermektedir. Bunlar ve diğer göstergeler açık habitata uygun bir tercihle uyumludur. Karşıt olarak, palaeochoerid *Schizochoerus* oldukça az gelişmiş lophodontisi ile yaprakçıl olarak yorumlanmaktadır. Biraz daha ağaçlık koşullara uygun bir tercih yapmıştır. Ruminantlar arasında, *Giraffokeryx* ve *Micromeryx*'in karışık beslendiği tahmin edilmektedir. İleri derecede brachyodont dişleri nedeniyle belirgin olarak yaprakla beslenen türler *Palaeomeryx* ve *Heteroprox*'tur. *Turcocerus* ve *Hypsodontus* çok kısa premolar dizileri ve ileri derecede hipsodont dişleriyle (özellikle Orta Miyosen hayvanlarında görülebilir) otlamaya oldukça iyi adapte olmuştur. Hatta *Tethytragus*, Çandır'da son derece yaygın olan büyük memelilere göre oldukça hipsodont dişlere sahiptir. Büyük memelilerin ekolojik yorumlarına bakılarak kullanılan sonuçlar oldukça doğrudur: birkaç hayvan farklı biyotoplarda belgelense de açık bir çevreye doğru yönelmişlerdir. Bu sonucun çoğunlukla Lokalite 3'ün çalışılmasıyla ortaya çıktığı ve Lokalite 1'de otçulların daha az baskın olduğu belirtilmektedir (Güleç, Begun ve Geraads, 2003: 244).

Çandır'ın iki büyük memeli lokalitesi arasındaki farklılıklar Lokalite 1'in Lokalite 3'ten daha az açık bir çevrenin örneği olduğunu göstermiştir. Her iki lokalite de kesinlikle yaklaşık olarak çağdaştır ve esasen tortul çevreleriyle birbirinden ayrılmaktadırlar. Lokalite 1 göl kenarına yakındır. Birtakım yaprakla beslenen türlerin varlığı, nehir kenarında büyüyen bitkilerin varlığını kanıtlamaktadır. Lokalite 3'te çoğunlukla etçil artıkları vardır, ancak Lokalite 1'deki bilinmeyen orijinlidir (Güleç, Begun ve Geraads, 2003: 244).

De Bruijn ve diğerlerinin de gösterdiği gibi, küçük memeliler Çandır'da ana lokaliteden dik olarak iki metre civarında ayrılan 3. lokaliteden toplanmıştır. Çandır

alanının jeolojisi, lokalitelerin neredeyse çağdaş olduğunu ancak mikromemeli lokalitesinin, primat lokalitesinden (Lokalite 3) eski çevresel bazı farklılıklar gösteren daha görsel bir içerikte olduğunu göstermektedir. Mikromemeli faunası nispeten daha ormanlık bir ortamla uyumludur. Bazı taksonomik gruplar (lagomorphlar, yer sincapları ve spalacidler [kör fareler] genellikle daha açıklık bir ortamla ilişkiliyken, Çandır'daki bazı küçük memeliler ormanlık veya rutubetli koşulları düşündürmektedir. Bazıları ise belirsiz ekolojik işaretler vermektedir (Güleç, Begun ve Geraads, 2003: 245).

Prolagus ve *Alloptox* lagomorphlarındaki hipsodontluk, yer sincapı fosili *Spermophilinus*, orman faresi *Myomimus* (örneklerde boldur) ve tahminen kör fare, *Pliospalax* gibi otluk ve açık arazi yönünde bir tercihi düşündürmektedir. Bununla birlikte, De Bruijn sadece yer sincaplarıyla *Tamias* gruplarını, yer ve ağaç sincapları arasında ara ekolojik bir tercih olarak tanımlamıştır (Güleç, Begun ve Geraads, 2003: 245).

Uçan sincaplar *Forsythia* ve *Albanensia* ormanlık koşulları daha açık bir biçimde yansıtmaktadır. Orman faresi *Muscardinus* günümüzde ormanlık habitatlarla ilişkilendirilmektedir ve dental olarak benzer Miyosen türleri de belki benzer diyet tercihlerine sahiptirler. Aynı dayanak noktası günümüze kadar gelen ağaçlarda yaşayan Japon orman faresi *Glirus* için de geçerlidir. Nesli tükenen eomyidlerin nemin veya kapalı koşulların göstergeleri olduğu düşünülmektedir. Çandır eomyidleri *Eomyops* ve *Keramidomys* yapısal olarak *Eomys*'e benzer olarak oldukça bunodont molarlara sahiptirler, sadece postcranasından eomyid olduğu bilinmektedir. Enspel'den elde edilen dikkat çekecek derecede iyi korunmuş *Eomys quercyi* örneği, onun ağaçların varlığının diğer açık göstergesi olan bir glider

olduğunu göstermektedir. Nesli tükenen hamster-benzeri muroid kemirgen *Cricetodon*, *Megocricetodon* ve *Democricetodon* daha belirsizdir. De Bruijn ve Ünay, Anadolu cricetodontini'sinin daha kuru ortamları tercih edebileceğini ileri sürerken *Cricetodon* modern hamsterlerin tercih ettiği ekolojide yakın ormanlık koşulları düşündürmüştür. *Megocricetodon* daha fırsatçıdır. Fahlbusch, coğrafik olarak yaygın ve uzun yaşayan *Megocricetodon* ve *Democricetodon* benzeri cricetid cinslerinin şüpheli paleoekolojik göstergeler olduğunu bildirmiştir. De Bruijn *Democricetodon*'un bir orman formunda bulunurken *Megocricetodon*'un çoğunlukla açık araziyle ilişkili olduğu sonucuna varmıştır. Sonuçta, üç Çandır lokalitesinden memelilerin ekomorfolojisi mozaik bir peyzajı göstermiştir. Primat lokalitesinde daha açık araziden göl kenarına yakın, daha ormanlık koşullara kadar dağılım göstermektedir. Primat lokalitesi ve mikromemeli lokalitesinde tipik orman veya ormanlık sakinlerinin varlığı daha ağaçlık alanların yakın olduğunu göstermektedir. Lokalite 3'teki kemik topluluğunun birikmesinden sorumlu olan etçil veya etçiller daha küçük, açık arazilerde yaşayan taksonomik grupları tercih ederken, zaman zaman daha ağaçlık alanlardan örneklenmiştir (Güleç, Begun ve Geraads, 2003: 245)

Bir fosil lokalitesinin çevresi, hayvan komünitesinin yapısından da anlaşılabilir. Etçil olmayan büyük memeliler günümüzde genellikle komünitenin yapısını anlamak için kullanılmaktadır. Esasen komünitenin sınıflandırılmasına göre sağlanan bilgiyi elde etmenin birkaç yolu vardır. Faunal çeşitlilik, vücut ağırlığı ve taksonomi Çandır faunasında kullanılmıştır (Güleç, Begun ve Geraads, 2003: 245).

6.3.1. Faunal Çeşitlilik

Faunal yoğunluğu tespit etmenin en kolay yolu türleri saymaktır. Etçil olmayan büyük memeliler Çandır'da 20, Paşalar'da 22, İnönü'de 18 türdür. Bununla

birlikte, bu sayı bireylerin sayısından etkilenmektedir. Çokluğun en iyi tahmini Margalef'in $S-1/\ln N$ veya Menhinick'in S/\sqrt{N} gibi endisleriyle verilebilir. Diğer endisler göreceli tür yoğunluğunu hesaba katmaktadır; böylece tür sayısı ve örnek dağılımının eşitliği üzerine dayanılmaktadır (Güleç, Begun ve Geraads, 2003: 245)

Depolanma çevresi detaylı analiziyle birlikte zengin büyük memeli zengin koleksiyonu, Orta Miyosen döneme tarihlenen Çandır'daki eski çevrenin betimlenmesi için bir temel sağlamaktadır. *Griphopithecus* lokalitesinde otlayan büyük memelilerinin baskınlığı nispeten açık bir peyzajı ifade etmektedir. Çandır Formasyonu'nda aynı stratigrafik seviyeye yakın diğer iki lokalite daha ormanlık koşulları göstermektedir ve çok geniş bir mozaik peyzajı akla getirmektedir. Primat lokalitesi için açık koşulların yorumunun çeşitli ekolojik analizlerle uyumluluk olması, bu lokalitenin çok yoğun bitkilerin bulunduğu bir otlak olduğunu gösterebilir. Bununla birlikte, bu topluluktaki ekolojik gösterge, kalıntıların birçoğunun etçil artığı olması nedeniyle etkilenmektedir (Güleç, Begun ve Geraads, 2003: 247).

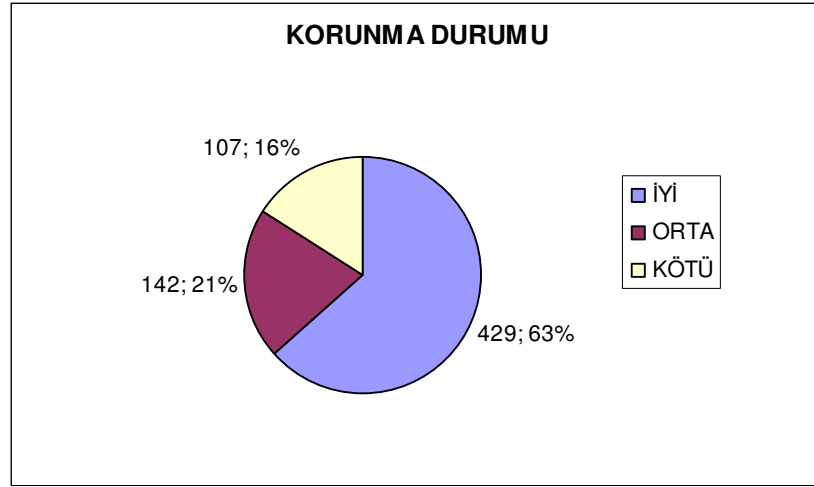
6.4. Elde Edilen Bulgular

Fauna, büyük etçiller tarafından bir araya getirilmiş ve değiştirilmiştir. Çünkü bu göl kenarı ortamıdır, bununla birlikte hidrolik etkiler ve tafonomik ipuçları için topluluğun tarihinin incelenmesi amacıyla fosillerin dalış ve eğimi kaydedilmiştir. Kemiklerin fiziksel korunma durumu oldukça iyidir ama kemiklerin birçoğu diş izleri ve kırıklarla etçil değişiklikleri (topluluktaki yaygın etçil sırtlanlardır) göstermektedir (Güleç, 2003: 6).

6.4.1. Ölümdeki değişiklikler

Hayvan kalıntıları çeşitli yollardan bir araya gelmişlerdir, örneğin, doğal ölüm, doğal tuzaklara düşülmesi veya yırtıcıların aktivitesinin bir sonucu olarak. Bunların birçoğu karakteristik şekilleriyle kemik topluluklarını meydana getirmektedir, ancak taşınan toplulukta onlar kemikleri kendi kendine değiştirmedikçe bu birincil toplanan temsilcilerle tanımlamak imkânsızdır. Bazı durumlarda, bir bütün olarak topluluktaki boyut ve yaş yapısını belirgin şekillerde tanımlamak olasıdır (Andrews ve Ersoy, 1990a: 385).

Fosillerin birçoğunda hava şartlarının etkilerinin 1. ve 2. aşamalarının oldukça çok görülmesi ve korunma durumlarının iyi olması Çandır fosil faunasının ölüm-sonrası süreçte uzun süre dışarıda kalmadıkları anlamına gelmektedir.



Grafik 6.1. : Çandır faunasındaki korunma durumunun dağılımı

Besinsel değeri açısından dişler, çeneler ve boynuzlar etçiller tarafından olasılıkla daha az etkilenmektedir (Alemseged, 2003: 462). Çandır'da aynı durum söz konusudur.

6.4.2. Ölümünden Sonraki İkincil Değişiklikler

Ölümünden kısa bir zaman sonra, birçok hayvan leşçilik, diğer hayvanlar tarafından çiğnenme, hava şartlarının etkilerine maruz kalma gibi ikincil süreçler tarafından değişikliğe uğramaktadır (Andrews ve Ersoy, 1990a: 388).

Çandır fosil faunasında araştırılan tafonomik modifikasyonlar;

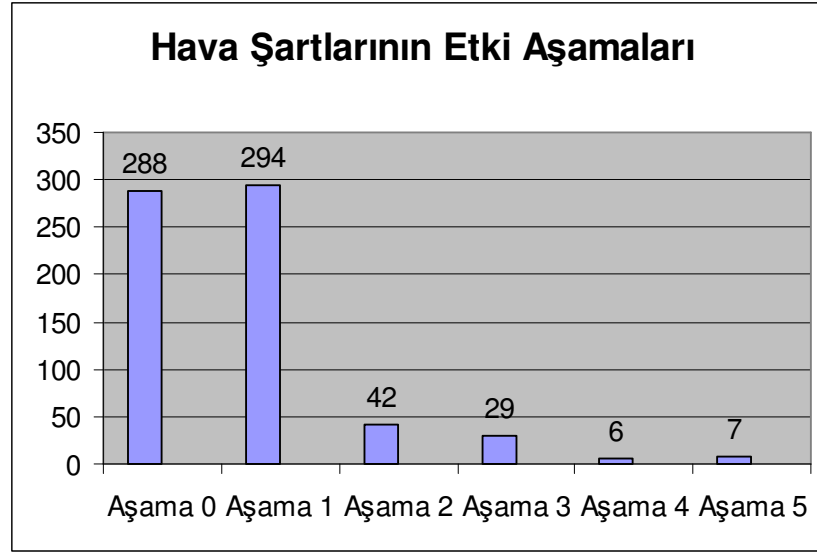
1. Korunma durumu, Tanımlanma
2. Hava şartlarının etkileri
3. Çiğneme ve Kemirme İzleri
4. Kök İzleri

Ayrıca fosil faunada yuvarlaklaşma izlerinin olmaması faunanın taşınmadığına delil olabilir. Aşınma ve korozyon da görülmemiştir.

6.4.3. Korunma Durumu ve Hava Şartlarının Etkisi

Çandır Formasyonu'ndaki fosillerin göze çarpan özelliği, kemik topluluklarının büyük kısmında görülen iyi korunma koşullarıdır. Tam alt ve üst çeneler, tam ve tama yakın üye kemikleri dikkat çekmektedir. Dişler izole şekilde olduğu gibi çenede de bulunmaktadır.

Kemikler üzerinde hava şartlarının izleri oldukça azdır. Hava şartlarının etkilerini gözlemlemede kılavuz olarak Behrensmeyer'in hava şartlarının etki aşamaları kullanılmıştır.



Grafik 6.2. : Çandır faunasında hava şartlarının etkilerinin dağılımı.

6.4.3.1. Hava Şartlarının Etki Aşamaları (Behrensmeyer, 1978)

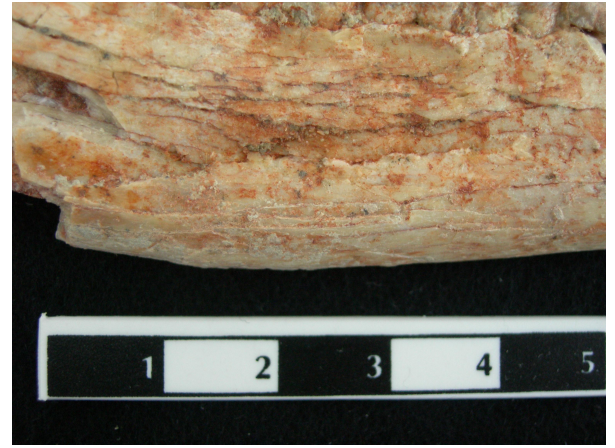
1. Yüzeysel, uzunlamasına çatlama
2. Dıştaki yüzeyin pul pul dökülmesi
3. Lifli kemik açığa çıkmıştır.
4. Derin çatlaklar ve pul pul dökülme
5. İn situ kemik paramparça olmuştur.

Behrensmeyer (1978) sınıflandırılmasına dayanılarak, Çandır faunasında fosillerin %43 0.Aşama, %45 1.Aşama, %6 2.Aşama ve % 4 3.Aşama hava şartları etkisi görülmüştür. 4. ve 5. aşamalar toplulukta toplamda %2 oranında olup, oldukça azdır.



Şekil 6.2. : 3 P - 108 (ÇA' 93). Artiodactyla takımı, Bovidae ailesi, Caprotrogoides türüne ait olan bir sol mandibula üzerindeki 1. derecedeki hava şartlarının etkisi.

Bazı çatlaklar, kırılma ve aşınmaların gömülme sonrasında ya da çıkarılma aşamasında da oluşabileceği düşünülmektedir. Çünkü fosiller çıkarılma aşamasında havayla temas ettikleri anda üzerlerinde bazı değişimler görülebilmektedir.

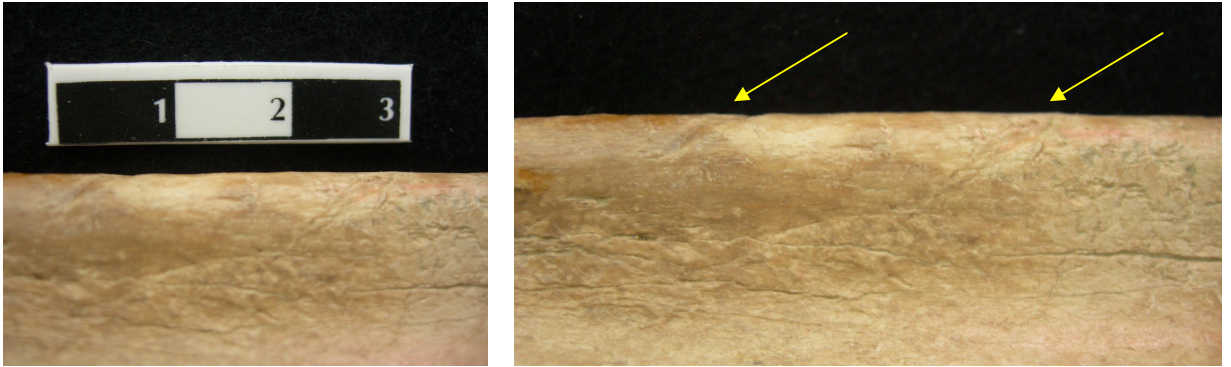


Şekil 6.3. : 3 R - 67 (ÇA' 93). Artiodactyla takımı, Bovidae ailesi, Caprotrogoides türüne ait olan bir sağ mandibula üzerindeki 2. derecedeki hava şartlarının etkisi.

6.4.4. Çiğneme ve Kemirme İzleri

Etçillerin oluşturduğu değişiklikler paleoantropolojiyi ilgilendiren birçok fosil topluluktan canlı topluluğu anlamak için önemli bir rol oynamaktadır. Arkeolojik bir bakışa göre, etçillerin oluşturduğu hasar problemlidir, çünkü bir faunal topluluktaki hominin davranışını betimlememizi engellemektedir. Etçillerin tafonomik işaretlerini ve bunların ekolojideki çeşitliliğe nasıl yansıdığını, yiyecek için rekabeti ve av tiplerini anlamak, etçil değişikliklerine maruz kalan topluluktan hominin davranışlarını çıkarma yeteneğimizi önemli ölçüde geliştirecektir (Faith ve Behrensmeyer, 2006: 1731).

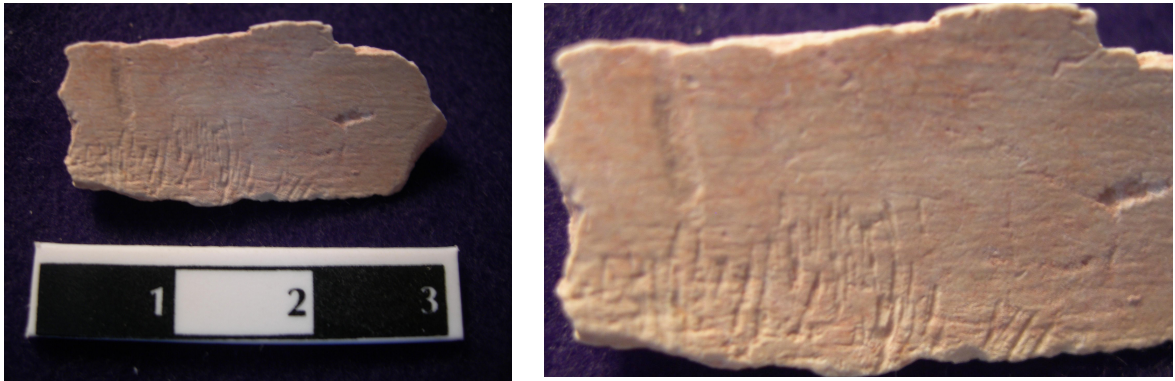
Çandır faunasındaki fosillerin çoğunluğu üzerinde diş izleri yoktur. Üye kemiklerinin kırılma şekilleri de etçil aktivitesi için karakteristik olabilir ancak fosiller üzerinde sonradan oluşan kırıklar çok fazla gözlenmiştir. Çandır'daki büyük memeli türlerinin büyük çoğunluğu yetişkin bireylere aittir. Juvenile fosil az sayıda bulunmaktadır.



Şekil 6.4. : 1 A - 11 (ÇA' 92). Artiodactyla takımına ve Giraffidae ailesine ait olan bir distal radius üzerindeki izler.

Çandır fosilleri üzerindeki çiğneme veya kemirilme izleri oldukça azdır. Görülen izlerin hangi yırtıcının karakteristiği olduğu tespit edilememiştir. Ancak Çandır faunası üzerinde daha önce yapılmış çalışmaların ışığında faunadaki etçil ve kemirgenlerin hangi türlere ait olduğu bilinmektedir. Dolayısıyla bu izlerin sahiplerinin bu türler olabileceği düşünülmektedir.

İzler genellikle numaralanmış fosil topluluğunda azdır. Ancak 1989-1997 yılları arasında yapılmış olan kazı çalışmasında yıkamadan elde edilen tanımlanamamış fosil parçalarının üzerlerinde izlerin daha çok olması gömülme aşamasında kemirgenler tarafından diş bilemek için fosillerin kullanılmış olabileceğini gösterebilir. Oysa etçiller tarafından öldürülen bir hayvanın iskeleti üzerinde taşınmaya veya çiğnenmeye bağlı olarak delikler, derin çizikler veya kırıkların olması gerekmektedir. Çandır'ın numaralı fosillerinde belirgin şekilde etçil izlerine rastlanmaması şaşırtıcıdır.

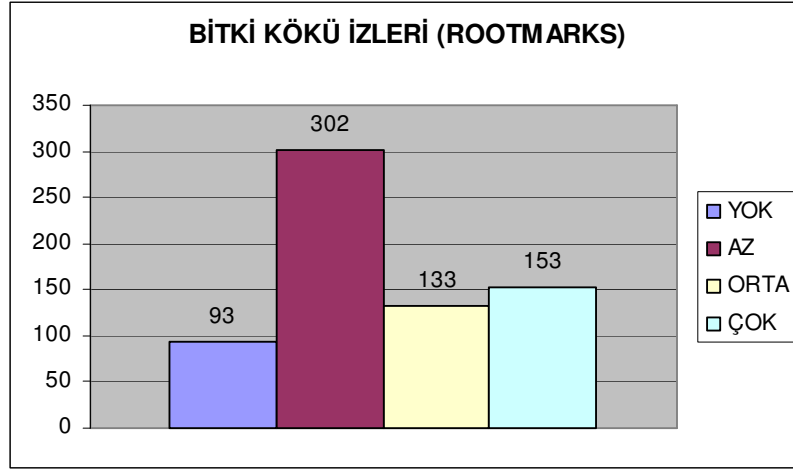


Şekil 6.5. : Çandır'da yıkamadan elde edilen fosil parçasındaki kemirme izleri

6.4.5. Kök İzleri

Çandır fosil faunasında kök izleri oldukça çoktur. Bitkilerin asitleri fosiller üzerinde dal benzeri sığ oluklar bırakmıştır. Kök izleri de az, orta ve çok olmak üzere

3 aşama üzerinden değerlendirilmektedir. Bu da fosillerin depolanma sonrası bitkiler açısından zengin bir ortamda bulunduğunu düşündürmektedir.



Grafik 6.3. : Çandır faunasındaki bitki kökü izlerinin dağılımı.



Şekil 5.6. : 3 AA - 25 (ÇA' 94). Artiodactyla takımına ait olan bir parmak kemiği üzerindeki bitki kökü izleri.

6.5. Minimum Birey Sayısı (MBS)

Asıl popülasyondaki farklı türlerin yırtıcı/av oranları MBS kullanılarak yaklaşık olarak tahmin edilebilir. Yırtıcılar ve avın ölüm şekilleri onların asıl miktarlarından farklı bozulmalara yol açıyorsa bu doğru olmayabilir. Yırtıcı/av oranlarının genel bir izlenimi, fosiller üzerindeki diş izlerinin miktarı ve yırtıcı zararlarının diğer işaretleriyle toplanmaktadır (Shipman, 1981: 192).

Faunal analiz yapan araştırmacılar bir topluluktaki farklı türlerin göreceli çokluğunu tespit etmek için çoğunlukla MBS değerlerini kullanmaktadırlar. MBS'nin 1950'lerde paleontolojiden arkeolojiye girmesinden bu yana birçok araştırmacı minimum sayıların göreceli değerini karşılaştıran yaklaşıma işaret etmişlerdir. Örneğin, her bir takson için tanımlanmış örneklerin sayısı (TÖS) kullanılarak topluluk karakteristikleri ölçülmektedir. MBS zooarkeolojide birçok istatistik sağlamaktadır. Çoğu araştırmacı minimum birey sayıları değerlerini hem genelde, hem de göreceli tür çokluklarının hesaplanmasıyla ilgili olarak göz önüne almaktadır. Bilgisayara dayalı teknikler içeren MBS hesaplama metotlarına büyük önem verilmektedir (White, 1992: 84-85).

White'a göre (1992: 85) belirli her topluluk için bir geçerli MBS değeri vardır. Çeşitli araştırmacılar, bununla birlikte farklı metotlar kullanarak bu değeri tespit edeceklerdir. Yaş, cinsiyet, antimer, oklüzyon ve artikülasyon üzerine verileri göz önüne alırken hata, daima güncel MBS değeri ile karşılaştırıldığında MBS hesaplarının çok düşük çıkma eğilimidir.

Medlock'a göre (1975) değişkenliğin büyük bir kaynağı karşılaştırma unsurlarını kullanma ayrıntılarının derecesidir. En basit metot yaygın unsurları (örneğin, sol humerus) tespit etmek ve minimum sayıyı tanımlayan bu unsuru saymaktır. Biraz daha karmaşık bir metot, aynı unsurun tüm örneklerini yaş ve cinsiyete göre karşılaştırmak ve her bir olası eşleşme keşfedildiğinde sayıyı azaltmaktır. Hala daha karmaşık bir metot, cinsiyet, yaş ve diğer ilgili kriterlere göre tüm unsurları karşılaştırmayı içermektedir. Bu şekilde, hiçbir sol humeriyle eşleşemeyen sağ bir humerus yeni bir bireyi betimleyecektir (White, 1992: 86).

Çandır lokalitesinden elde edilen fosillerin tümünün yaşı, cinsiyeti belirlenemediğinden MBS tahmini topluluğu doğru olarak temsil edemeyecektir. Yeterli veri olmadığından bununla ilgili bir yorumlama yapılamamıştır.

6.6. Materyal Çalışması Hakkındaki Yorumlar

Çandır Orta Miyosen fosil faunasından elde edilen bulgulara göre faunanın tafonomik etkilere uzun süre maruz kalmadığı anlaşılmıştır. Yuvarlaklaşma izlerinin olmaması fosil topluluğun taşınmadığı anlamına gelebilir. Hava şartlarının etkilerinden Behrensmeyer'ın sınıflandırmasında 0.Aşama ve 1.Aşama'nın görülmesi topluluğun gömülmeden önce uzun süre açıkta kalmadığının göstergesi olabilir. Hatta bunun diğer ipucu çığneme ve diş izlerinin nadiren bulunmasıdır.

Fosillerin korunma durumları iyi olsa da oldukça kırık görülmüştür. Kırılmanın pek çok nedeni olabilir. Çandır materyalindeki kırılmanın nedeni hava şartları etkisi veya etçiller olabilir.

Tafonomik bir araştırma için kazı çalışması esnasında, alanda fosillerin korunma durumları hakkında bazı tespitlerin yapılması oldukça önemlidir. Çünkü materyal çalışmasında görülen tafonomik etkilerin birden çok oluşma nedeni olabilir. Fosillerin restorasyon ve konservasyonu esnasında bile tafonomik kriterlere benzer izler oluşturulabilir ve bu izlerin oluşma nedenleri mikroskop kullanılsa bile tayin edilemeyebilir. Tafonomide deneysel çalışma ve güncel gözlemler bu nedenle önemlidir. Bir tafonomistin birden çok çalışma ve deneysel çalışmayla kriterleri için bir katalog oluşturması gereklidir.

SONUÇ

Ekolojide fosil kayıt göz önüne alınmaksızın türlerin adaptasyonları ve etkileşimleri belgelenmektedir. Türlerin evrimsel tarihi gözden geçirilmemektedir. Paleoekolojide ise, evrimsel tarih üzerine pek çok veri olmasına rağmen fiziksel ve davranışsal adaptasyonlar üzerine az miktarda tamamlayıcı veri bulunmaktadır. Paleoekoloji, birçok yönden ekolojiyle aynı çalışılmakta, ama çok farklı bilgi kaynakları kullanılmaktadır. Paleoekoloji, bireyler yaşayan topluluktan ölü topluluğa geçerken karşılaşılan ilk eleme sürecidir. Fosil kayıttan ulaşılabilir delillerle biyolojik ve evrimsel bağlantıların kurulmasında yardımcı olmaktadır.

Paleoekolojik çalışmalarda birçok hedef vardır. Bunlardan biri iklimsel değişiklikleri belgelemeye çalışmasıdır. Bununla da evrimsel değişim arasında bağlantı kurmaktadır. Yine belirli bir fosil lokalitesinin eski çevresini anlamaya çalışarak, modern karşılığı olmayan bazı geçmiş ekosistemlerin, zaman içerisindeki ekolojik veya çevresel değişimine delil aramaktadır. Eski insan davranışlarının bazı ekolojik sonuçlarının, insanların geçmiş ekosistemlerle ilişkilerini değerlendirmek için kullanılabilir. Paleoekolojide ekolojik değişim ile evrimsel değişim ilişkilendirilmek amacı ile hominoid primatlar kullanılmaktadır. Her paleoekolojik çalışma, bu geçmiş komüniteleri betimlemeye çalışmaktadır. Böyle değişimlerin tanımlanması ve karşılaştırılması tafonomiyi konunun önemli bir parçası yapmaktadır.

Fosilleşme süresince bazı faktörler yaşayan topluluğun günümüze ulaşmasını engellemektedir. Bu tafonomik faktörler fosil kompozisyonunun yapısını tamamen değiştirebilmektedir. Bu nedenle, tafonomik değişimlerin yorumlanması, geçmiş

çevresel betimlemeler ve ekolojik çalışmalarla ilgili problemlerin çözülmesinde oldukça önemlidir.

Paleoekoloji ve tafonomi, insan evrim çizgisini ortaya çıkarmaya çalışan *paleoantropoloji* ve jeolojik zamanlar boyunca yaşayagelmiş canlı varlıkların evrimini ve fosilleri araştıran *paleontolojide* yardımcı disiplinler olarak kullanılmaktadır. Buna bir örnek olarak tez çalışmasında Orta Miyosen lokalitesi Çandır fosilleri üzerine tafonomik çalışmalar yapılmıştır. Son bölümde ayrıca Çandır üzerine yapılmış olan paleoekolojik çıkarımlara da yer verilmiştir.

Nasıl bir dedektif, suç mahallinde bazı yöntem ve tekniklerle delillerini toplayıp yorumlamaya çalışıyorsa bir tafonomist ya da gözlemci de kesinlikle kazı çalışmasında kriterlerini oluşturmaya başlamalıdır. Fosillerin korunma durumu, konumlanması, tortul yapısı hakkında alanda edinilen bilgiler ön çalışma niteliğinde olacaktır.

Paleoantropolojik çalışmalar, jeolojik yapının öneminin farkında olan, alanda ve laboratuvarlarda fosilleri çalışan birçok uzman tarafından yapılmalıdır. Disiplinler arası araştırmalar sayesinde, küresel iklimsel değişiklik, plaka tektoniği, bitki ve hayvanların evrimleriyle primat evriminde gidişatın nasıl şekillendiğiyle ilgili bilgiler sağlanacaktır.

KAYNAKÇA

1. Alemseged, Z. (2003). “An integrated approach to taphonomy and faunal change in the Shungura Formation (Ethiopia) and its implication for hominid evolution”. **Journal of Human Evolution** 44: 451–478.
2. Alpagut, B. (1982). “İnsan Ekolojisi”. R. Keleş (derleyen). **İnsan, Çevre, Toplum**. s. 16–19. Ankara.
3. Agustí, J., Cabrera, L., Garcés, M, Krijgsman, W., Oms, O., Parés, J. M. (2001). “A Calibrated Mammal Scale For The Neogene Of Western Europe, State Of The Art”. **Earth - Science Reviews** 52: 247–260.
4. Andrews, P. J., Lord, J. M. and Nesbit Evans, E. M. (1979). “Patterns of ecological diversity in fossil and modern mammalian faunas”. **Biological Journal of the Linnean Society** 11: 177–205.
5. Andrews, P. ve Ersoy, A. (1990a). “Taphonomy of the Miocene bone accumulation at Paşalar, Turkey”, **Journal of Human Evolution** 19: 379–396.
6. Andrews, P. (1990b). **Owls, Caves and Fossils**. London, Natural History Museum Publications. 231 s.

7. Andrews, P. (1992a). "Reconstructing past environments", S. Jones, R. Martin, and D. Pilbeam (eds.) **The Cambridge Encyclopedia of Human Evolution** (s.191–195). Cambridge, England: Cambridge University Press.
8. Andrews, P. J. (1992b). "Community evolution in forest habitats". **Journal of Human Evolution** 22: 423–438.
9. Andrews, P. (1992c). "The basis for taphonomic research on vertebrate fossils", S. Fernández López (ed.) **Conferencias de la Reunión de Tafonomía. y Fosilización**, Editorial Comptense, Madrid, 33–43.
10. Andrews, P. (1995a). "Experiments in taphonomy". **Journal of Archaeological Science** 22: 147–53.
11. Andrews, P. (1995b). "Mammals as palaeoecological indicators". **Acta Zoologica Cracovensia** 38 (1), 59–72.
12. Andrews, P. (1996). "Paleoecology and hominoid paleoenvironments". **Biological Reviews** 71: 257–300, Cambridge University Press, New York.
13. Andrews, P. (1997). "What taphonomy can and cannot tell us". **Quadernos de Geologia Iberica** 23: 53–72.
14. Andrews, P. and Whybrow, P. (2005). "Taphonomic observations on a camel skeleton in a desert environment in Abu Dhabi". **Palaeontologia Electronica** Vol. 8, Issue 1; 23A: 17.

15. Arnoldus-Huyzendveld, A., Zarlenga, F., Gioia, P., Palombo, M. R. (2001). "Distribution in space and time and analysis of preservation factors of the Pleistocene deposits in Roman area". **The World of Elephants-International Congress**. G. Cavaretta, P. Gioia, M. Mussi and M. R. Palombo. Roma, pubbl. CNR: 10-17.
16. Badgley C. (2000). "Death and transfiguration-taphonomy: a process approach" by R.E. Martin. **Trends in Ecology and Evolution** Volume 15, Number 5, 212–213 (2).
17. Bar-Oz, G., and Dayan, T. (2002). "After twenty years: a taphonomic reevaluation of Nahal Hadera V, an Epipalaeolithic site on the Israeli coastal plain". **Journal of Archaeological Science** 29: 145–156.
18. Begon, M., Harper, J. L. and Townsend, C.R. (1996). **Ecology: Individuals, Populations and Communities**. Third Edition. London: Blackwell Science Ltd.
19. Behrensmeyer, A. K. (1978). "Taphonomic and ecologic information from bone weathering". **Paleobiology**, 4: 150–162.
20. Behrensmeyer, A. K. (1984). "Taphonomy and the fossil record". **American Scientist** 72: 558–566.
21. Behrensmeyer, A.K. and Kidwell, S.M. (1985). "Taphonomy's contributions to paleobiology". **Paleobiology** 11: 105–119.

22. Behrensmeyer, A.K. (1991). "Terrestrial vertebrate accumulations". **Taphonomy: Releasing the Data Locked in the Fossil Record**. s.291–335. P.Allison and D. E. G. Briggs (ed.). New York: Plenum, 560 p.
23. Behrensmeyer, A. K. (1992a). "Fossil deposits and their investigation". **The Cambridge Encyclopedia of Human Evolution** (187–190 pp.). S. Jones, R. Martin, and D. Pilbeam (ed.). Cambridge, England: Cambridge University Press, 506 p.
24. Behrensmeyer A. K. and Hook, R. W. (1992b). "Paleoenvironmental contexts and taphonomic modes". A. K. Behrensmeyer, J.D. Damuth, W. A. DiMichele, R. Potts, H. D. Sues and S. L. Wing (ed.) **Terrestrial Ecosystems through Time: the Evolutionary Paleoecology of Terrestrial Plants and Animals** (s.15–136) Chicago and London: University of Chicago Press.
25. Bell, M. and Walker, M. J. C. (1992). **Late Quaternary Environmental Change. Physical and Human Perspectives**. London: Longmans.
26. Bennett, J. W. (1969). **Northern Plainsmen Adaptive Strategy and Agrarian Life**. Chicago: Adline.
27. Binford, L. (1981). "Patterns of modification produced by nonhuman agents". **Bones: Ancient Men and Modern Myths** (s.35–86). New York: Academic Press.

28. Boşgelmez, A., Boşgelmez, İ., Savaşçı, S., Paşlı, N., Kaynaş, S. (2000). **Ekoloji I**. ISVAK yayın No.6, 2. baskı. 884 s., Ankara.
29. Bunn, H. T. (1991). "A taphonomic perspective on the archaeology of human origins". **Annual Review of Anthropology** 20: 433–467.
30. Chapin, F.S. III, M. Oswood, K. Van Cleve, L.A. Viereck, and D. Verbyla. (2006). **Alaska's Changing Boreal Forest**. Oxford University Press. New York.
31. Coard, R. (1999). "One bone, two bones, wet bones, dry bones: transport potentials under experimental conditions". **Journal of Archaeological Science** 26: 1369–1375.
32. Cutler, A.H., Behrensmeyer, A.K. and Chapman, R.E. (1999). "Environmental information in a recent bone assemblage: roles of taphonomic processes and ecological change". Martin, R., S. Goldstein and R.T. Patterson (ed.). **Fossil Taphonomy: Paleoenvironmental Reconstruction and Environmental Assessment**. **Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology** 149: 359–372.
33. Darwin, C. (2002). **İnsanın Türeyişi**. (Çeviren: Sevim Belli), Ankara: Onur Yayınları.

34. Demirel, A. (2005). “Tafonomi ve Paleoantropolojik Çalışmalara Katkıları: Rudabanya Örneği”. **Türk Arkeoloji ve Etnoğrafya Dergisi**, 5: 23–28, Kültür Varlıkları ve Müzeler Genel Müdürlüğü Yayınları, Ankara.
35. Denys, C. (2002). “Taphonomy and experimentation”. **Archaeometry** 44: 3 469–484.
36. Dodd, J. R. and Stanton, R. J. (1990). **Paleoecology: Concepts and Applications**, Second Edition, John Wiley and Sons, 497 s.
37. Doğan, U. (1996). “Çandır Miyosen Havzası’nın Jeomorfolojisi”. **A.Ü.Dil ve Tarih Coğrafya Fakültesi Dergisi** 12: 75–78.
38. Domínguez-Rodrigo, M & Pickering, T.R. (2003). “Early hominid hunting and scavenging: A zooarchaeological review”. **Evolutionary Anthropology** 12, 275–282.
39. Donovan, S. K. (2002). “Fossils Explained 41: Taphonomy”. **Geology Today**, Vol. 18, No. 6: 226–231.
40. Efremov, I. A. (1940). “Taphonomy: a new branch of paleontology”. **Pan-American Geology** 74: 81–93.
41. Ersoy, A. (2000). “Paleoekolojik Araştırmalarda Tafonominin Önemi”. **Antropoloji Dergisi** 40, 3-4: 93-101.

42. Fagan, B. M. (1987). **In The Beginning**. Scott, Foresman and Company, Illionis, Boston, London.
43. Fagerstrom, J. A. (1964). "Fossil Communities in Paleoecology: Their Recognition and Significance". **Geological Society of America Bulletin**, Vol. 75, 12: 1197 – 1216.
44. Faith, J. T. and Behrensmeyer, A. K. (2006). "Changing patterns of carnivore modification in a landscape bone assemblage, Amboseli Park, Kenya". **Journal of Archaeological Science** Vol. 33, No. 12: 1718–1733.
45. Foley, R.A. (1994). "Speciation, extinction, and climatic change in hominid evolution". **Journal of Human Evolution** 26: 275–289.
46. Gastaldo, R.A., Savrda, C.E., and Lewis, R.D. (1996). "Deciphering earth history". **A Brief Introduction to Paleoecology**. Contemporary Publishing Company of Raleigh, Inc. 302 pp. ISBN: 0–89892–139–2 <http://www.colby.edu/~ragastal/Pecology.htm> [2 Ocak 2007].
47. Gifford, D. (1981). "Taphonomy and paleoecology: a critical review of archaeology's sister discipline". M.B. Schiffer (ed.), **Advances in Archaeological Method and Theory**, Volume 4: 365–438, Academic Press, New York.
48. Gifford-Gonzalez, D. (2006). "Illustrative Materials". Erişim: <http://ic.ucsc.edu/~dianegg/anth184/IM/> [2 ocak 2007].

49. Goudie, A. (1993). **The Nature of The Environment**. Third edition. Blackwell, Oxford.
50. Gould, J. S. (2003). **Darwin ve Sonrası**, Ankara: Tübitak Popüler Bilim Kitapları.
51. Güleç, E. (1992). “1990 Yılı Çandır Kazısı”. **Kazı Sonuçları Toplantısı I**. Kültür Bakanlığı Anıtlar ve Müzeler Genel Müdürlüğü XIII., sf. 85-96.
52. Güleç, Erksin (2003). “Historical Background and Current Research at Çandır Hominoid Site”. **Geology and Vertebrate Paleontology of the Middle Miocene Hominoid Locality Çandır (Central Anatolia, Turkey)**. (ed. E. Güleç, D. Begun, D. Geraads), Courier Forschungsinstitut Senckenberg, Band 240:1–8, Frankfurt.
53. Güleç, E. Geraads, D., Begun, D. (2003). “The Middle Miocene hominoid site of Çandır, Turkey: General paleoecological conclusions from the mammalian fauna”. **Geology and Vertebrate Paleontology of the Middle Miocene Hominoid Locality Çandır (Central Anatolia, Turkey)**. (ed. E. Güleç, D. Begun, D. Geraads) Courier Forschungsinstitut Senckenberg, Band 240: 241–250, Frankfurt.
54. Güvenç, B. (1994). **İnsan ve Kültür**, İstanbul: Remzi Kitabevi.

55. Hagner, Arthur F. (1995). “Yerbilimlerinin Felsefi Yönleri”. (Çeviren: A. Sol ve D. Bayrak). **Jeoloji Mühendisliği** 46, 64–69.
56. Harper, E. M., Rigby, S. (2005). “Palaeoecology”. **Encyclopedia of Geology** Volume 4: 140–147. Elsevier Science Ltd. Amsterdam.
57. Hunter, J. P. (1998). “Paleoecology meets ecology on questions of scale”. **Trends in Ecology and Evolution** 13 (12): 478–479.
58. Hurd, G. S. (2003). “Faunal Taphonomy”. Erişim: <http://library.med.utah.edu/kw/osteo/hurd/apage.htm> [11 Şubat 2007].
59. Kaymakçı, N., De Bruijn, H. White, S.H., Van Dijk, .M., Saraç, G. and Ünay, E. (2003). “Tectonic implications of the Neogene stratigraphy of the Çankırı basin with special reference to the Çandır locality (North-Central Anatolia, Turkey)”. Güleç, E, Begun, D.R., and Geraads, D. (ed.) **Geology and Vertebrate Paleontology of the Miocene hominoid locality of Çandır**. Courier Forschungsinstitut Senckenberg 240: 9–28.
60. Kaymakçı, N. (2001). Sedimantoloji Ders Notları. Erişim: <http://www.metu.edu.tr>. [02 Ocak 2007].
61. Kışlalıoğlu, M. ve Berkes F. (2003). **Ekoloji ve Çevre Bilimleri**, İstanbul: Remzi Kitabevi.

62. Kidwell, S. M. and Behrensmeyer A. K. (1988). "Overview: Ecological and evolutionary implications of taphonomic processes." **Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology** 63: 1–13.
63. Kidwell, S. M. and Flessa K.. (1995). "The quality of the fossil record: populations, species, and communities". **Annual Review of Ecology and Systematics** 26: 269–299.
64. King, T., Andrews, P., Boz, B., (1999). "Effect of taphonomic processes on dental microwear". **American Journal Physical Anthropology** 108, 359–373.
65. Kottak, C. P. (2002). **Antropoloji: İnsan Çeşitliliğine Bir Bakış**. Ütopya Yayınevi. Ankara
66. Kowalewski, M. (1997). "The reciprocal taphonomic model". **Lethaia** 30: 86–88.
67. Kovarovic, K., Andrews, P., Aiello, A., (2002). "The Palaeoecology of the Upper Ndolanya Beds at Laetoli, Tanzania". **Journal of Human Evolution** 43, 395–418.
68. Lawrence, D. R. (1968). "Taphonomy and information losses in fossil communities". **Geological Society of America Bulletin** 79: 1315–1330.

69. Leakey, R. and Lewin, R. (1999). **Göl İnsanları: Evrim Sürecinden Bir Kesit.** (Çeviren: Füsun Baytok). Tübitak Popüler Bilim Kitapları 53. Ankara.
70. Lewin, R. (2000). **Modern İnsanın Kökeni.** (Çeviren: Nazım Özüaydın). Tübitak Popüler Bilim Kitapları 62. Ankara.
71. Lyman, R. L. (1994). **Vertebrate Taphonomy.** Cambridge Manuals in Archaeology. Cambridge: Cambridge University Press, 524 p.
72. MacFadden B. J. (2006). “Extinct mammalian biodiversity of the ancient New World tropics”. **Trends in Ecology and Evolution** 21: 157–165.
73. Martin, R. E., (1999). **Taphonomy: A Process Approach.** Cambridge, Cambridge University Press, 524 pp.
74. Martin, R.E., Goldstein, S. T., and Patterson, R.T. (1999). “Taphonomy as an environmental science”. **Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology** 149: vii-viii.
75. Morris R. S. (1997) **Taphonomy and Paleoecology of The Late Miocene Terrestrial Vertebrate Locality near Maragheh, Northwest Iran: A Framework for Paleoenvironmental Analysis of The Late Miocene Hominoidea.** Ph.D. thesis. University of Chicago, Chicago, Illinois

76. Musiba, C.M. (1999). **Laetoli Pliocene Paleoecology: A Reanalysis via Morphological and Behavioral Approaches**. Ph. D. thesis. University of Chicago, Chicago, Illinois.
77. Newton, Cathryn R. and Laporte, Leo F. (1989). **Ancient Environments**. Third edition: Prentice Hall, New Jersey.
78. Noe-Nygaard, N. (1987). "Taphonomy in Archaeology with Special Emphasis on Man as a Biasing Factor". **Journal of Danish Archaeology** 6: 7–62.
79. O'Brien, E. M. and Peters C. P. (1999). "Climatic Perspectives For Neogene Environmental Reconstructions". Agusti, J., Rook, L. and Andrews, P. (ed.). **Hominoid Evolution and Climatic Change in Europe**. Cambridge: Cambridge University Press.
80. Olson E. C. (1952). "The Evolution of a Permian Vertebrate Chronofauna". **Evolution** 6: 181–196.
81. Owen, J. (2006). Did Climate Change Trigger Human Evolution? Erişim: http://news.nationalgeographic.com/news/2006/02/0202_060202_evolution.html. [2 Ocak 2007].
82. Özbek, M. (2000). **Dünden Bugüne İnsan**. Ankara: İmge Kitabevi.

83. Richerson P.J., Borgerhoff Mulder M. and Vila B. J. (1996). Principles of Human Ecology. Pearson Custom Publishing, ISBN 0-536-59267-5. Erişim: <http://www.des.ucdavis.edu>. [5 Ocak 2007].
84. Roberts, N. (1992). "Climatic Changes In The Past". S. Jones, R. Martin, and D. Pilbeam (ed). **The Cambridge Encyclopedia of Human Evolution** (191-195). Cambridge, England: Cambridge University Press.
85. Scott R. S. (2004). **The Comparative Paleoecology of Late Miocene Eurasian Hominoids**. Ph. D. Dissertation, The University of Texas, Austin, Texas, USA, 457 s.
86. Shipman, P. (1981). **Life History of a Fossil: An Introduction to Taphonomy and Paleoecology**. Cambridge, MA: Harvard Univ. Press.
87. Soligo, C. and P. Andrews. (2005). "Taphonomic bias, taxonomic bias and historical non-equivalence of faunal structure in early hominin localities". **Journal of Human Evolution** 49 (2): 206-229.
88. Spriggs S. A. (1998) Taphonomy: Death Is A Sure Bet, Fossilization Is A Long Shot Colorado State University Fort Collins, CO, 80523 Erişim: http://www.colostate.edu/Depts/Entomology/courses/en570/papers_1998/spriggs.htm. [05 Ocak 2007].
89. Sür, A., (1979), **Stratigrafik Paleontoloji**, Ankara: D.T.C.F. Yayınları.

90. Tont A. S. (2001). **Sulak Bir Gezegenin Öyküleri**, Ankara: Tübitak.
91. Türk, A. (1998). “Çevre Nedir?”. M. Kıvanç ve E. Yücel (ed.) **Çevre ve İnsan**, Ünite 1–9. Açıköğretim Fakültesi Yayınları, 560: 1–12.
92. Weissbrod, L., Dayan, T. Kaufman, D. and Weinstein-Evron, M. (2005). “Micromammal taphonomy of el-Wad Terrace: Distinguishing cultural from natural depositional agents in the Late Natufian”. **Journal of Archaeological Science** 32: 1–17.
93. White, T., D. (1992). **Prehistoric Cannibalism at Mancos 5MTUMR-2346**. Princeton University Press, Princeton, NJ, 492 s.
94. Wing, S. L., Sues, H. D., Potts, R., DiMichele, W. A. and Behrensmeyer A. K. (1992). Evolutionary Paleoecology. A. K. Behrensmeyer, J.D. Damuth, W. A. DiMichele, R. Potts, H. D. Sues and S. L. Wing (ed.) **Terrestrial Ecosystems through Time: the Evolutionary Paleoecology of Terrestrial Plants and Animals** (s. 1–12) Chicago and London: University of Chicago Press.
95. Yücel, E. (1999). “Canlılar ve Çevre”. A. Özata (ed.) **Biyoloji**. Anadolu Üniversitesi Yayınları, 1083: 823: 83–109.

ÖZET

Paleoekoloji, fosil organizmaların yaşadıkları habitatları, organizma gruplarının etkileşimlerini, çökeller arasındaki ilişkileri, bitkiler ve hayvanları tanımlamaktadır. Geçmiş ekosistemler, günümüzdekilerle karşılaştırılarak yorumlanmaktadır ama geçmiş ekosistemlerin günümüzde her zaman karşıtları yoktur. Paleoekoloji birçok yönden ekolojiyle aynı çalışılmakta ancak farklı bilgi kaynakları kullanılmaktadır. Paleoekolojinin amaçları, iklimsel değişiklikleri belgelemek ve bu değişikliklerle evrimsel değişimi ilişkilendirerek bir fosil lokalitesinin eski çevresini anlamaktır.

Fosil depolanma ortamları bir komünitenin korunma durumunu oldukça etkilemektedir. Bu yüzden, bir paleoekolojik betimlemede çeşitli korunma faktörlerinin etkisi hesaba katılmalıdır. Tafonomik olarak ilk eleme süreci veya eğilimi, organizmaların bulunduğu yeri içermektedir. Jeolojik içerikteki fosillerin çalışılmasıyla alınan bilgiler, insanlar ve diğer organizmaların gelişen bir sistemin nasıl ilişkili parçaları olduğunu açığa çıkarmaktadır.

Tafonomi, fosil toplulukların ölüm oranı, çürüme, ayrılma, taşınma, gömülmesini, zaman ortalamasını, fosilleri koruyan tortul çevreleri, diyajenez ve fosil kaydının bütünlük durumunu incelemektedir. Tafonomi, ekolojik ve evrimsel çalışmalarda fosil kaydın kullanılabilirliğini öngörmüştür. Paleoekoloji ve tafonomi, insan evrimini etkileyen koşullar ve faktörlerin ortaya çıkarılmasını, ayrıca atasal formların çevreyle ilişkisinin anlaşılmasını sağlamaktadır. Bu nedenle, bu iki kardeş disiplin paleoantropolojik çalışmalarda kullanılmaktadır.

SUMMARY

Paleoecology define the living habits of fossil organisms, the interactions of group organisms, and the relationships between sediments and animals or plants. Past ecosystems are interpreted by comparison with present-day ones, but it must be recognized at the outset that past ecosystems do not necessarily have present-day counter-parts. Paleocology is study in many ways the same as study of ecology, but it uses very different sources of information. Aims of paleoecology is to document climatic change over time and in order to reconstruct the paleoenvironment of a specific fossil locality to link evolutionary change to climatic change.

The fossil deposit settings has a profound influence on a community's condition of preservation. For these reasons, a paleoecological reconstruction must take into account the effects of all the various preservation factors. Taphonomic eliminating process or bias first involves location of the organism. Information from studying fossils in geological context may reveal the ways in which humans and other organisms were interrelated parts of an evolving system.

Taphonomy researches the study of mortality, decay, disarticulation, transport, burial, time-averaging of fossil assemblages, depositional environments of fossil preservation, diagenesis and completeness of the fossil record. Taphonomy has become sufficient to begin predicting the utility of the fossil record in ecological and evolutionary studies. Paleocology and taphonomy provides the conditions and factors that affects the human evolution and also brings out the ancient form's relation with the environment. Therefore, these two sister disciplines are being used in paleoanthropological studies.