

COĞRAFYA

ALANINDA ARAŞTIRMALAR VE DEĞERLENDİRMELER



EDİTÖR

Prof. Dr. Vedat ŞAHİN

ARALIK 2025

YAYIN KODU

gece
kitaplığı

İmtiyaz Sahibi / Yaşar Hız
Yayına Hazırlayan / Gece Kitaplığı

Birinci Basım / Aralık 2025 - Ankara
ISBN / 978-625-8570-13-7

© copyright

Bu kitabın tüm yayın hakları Gece Kitaplığı'na aittir.
Kaynak gösterilmeden alıntı yapılamaz, izin almadan hiçbir yolla çoğaltılamaz.

Gece Kitaplığı

Kızılay Mah. Fevzi Çakmak 1. Sokak
Ümit Apt No: 22/A Çankaya/ANKARA
0312 384 80 40
www.gecekitapligi.com / gecekitapligi@gmail.com

Baskı & Cilt

Bizim Büro
Sertifika No: 42488

COĞRAFYA
ALANINDA ARAŞTIRMALAR VE
DEĞERLENDİRMELER

ARALIK 2025

EDİTÖR

Prof. Dr. Vedat ŞAHİN

gece
kitaplığı

İÇİNDEKİLER

BÖLÜM 1

İKLİM DEĞİŞİKLİĞİNİN GÖL SEVİYE DEĞİŞİMLERİ ÜZERİNDEKİ ETKİSİ

Serdar CEYLAN 7

BÖLÜM 2

TÜRKİYE’DE KADIN İSTİHDAMI VE YENİLENEBİLİR ENERJİ İLİŞKİSİ: SÜRDÜRÜLEBİLİR KALKINMA BAĞLAMINDA TEORİK BİR DEĞERLENDİRME

Ashı TEKİN YAŞAR 27

BÖLÜM 3

KUVATERNER DÖNEMİ PALEOORTAMSAL KOŞULLARIN BELİRLENMESİNDE COLEOPTERA FOSİLLERİNE DAYALI YAKLAŞIMLAR

Aziz ÖREN 43

BÖLÜM 4

KARAGÖL BUZUL VADİSİ ÖNLERİNDE (MUNZUR DAĞLARI, TUNCELİ) ESKİ BİR MOREN DEPOSUNUN (TİLLİT) JEOMORFOLOJİK ANALİZİ VE PALEO-GLASİYAL ANLAMI

Zeynel ÇILGIN 59

BÖLÜM 1

İKLİM DEĞİŞİKLİĞİNİN GÖL SEVİYE DEĞİŞİMLERİ ÜZERİNDEKİ ETKİSİ

Serdar CEYLAN¹

¹ Doç. Dr., Kastamonu Üniversitesi, İnsan ve Toplum Bilimleri Fakültesi, Coğrafya Bölümü, serdar_ceylan_51@hotmail.com ORCID: 0000-0002-9599-5586

1. Giriş

İnsanların ekonomik ve ticari faaliyetleri ile gündelik yaşamlarından kaynaklanan fosil yakıt tüketimi son yüzyıllarda artarak devam etmiş, buna bağlı olarak atmosfere daha fazla sera gazı salınımı meydana gelmiştir. Karbondioksit başta olmak üzere atmosferdeki kirletici gaz oranındaki artışa bağlı olarak atmosferdeki sera gazı salınımlarında bir artış yaşanmaya ve sonuçta daha fazla ısının dünya yüzeyinde tutulmasına neden olmuştur. Bu durum, dünya yüzeyinde sıcaklık yükselmelerini beraberinde getirmiş ve dünyanın genel iklim karakteristiğinde birtakım sapmalara ve değişmelere neden olmuştur.

İklim değişikliklerine bağlı olarak yağış değişkenliği, artan sıcaklık, kuraklık, çölleşme, güçlü rüzgârların sayısında ve hızında artış durumları dünya genelinde görülmeye başlanmıştır. İklimlerdeki sapmalara bağlı olarak dünyanın bazı bölgelerinde buzulların erimesine bağlı olarak seviye değişimleri, bazı bölgelerinde kuraklık ve çölleşme, bazı alanlarda ise ani yağışlara bağlı olarak sel ve taşkın olayları görülmeye başlanmıştır. İklim değişikliğine bağlı doğal afetler coğrafi bölgelere farklılık gösterse de günümüzde tüm dünyada iklim krizi yaşanmaya başlamış durumdadır.

Doğal göller, yapay göller (barajlar) ve sulak alanlar ekosistem için önemli doğal alanlardır. Birçok kara ve sucul bitkinin doğal yaşam ortamı olan bu yerler, aynı zamanda birçok canlı türünün de beslenme, barınma ve üreme alanını oluşturmaktadır. Özellikle göçmen ve yerli kuşlar için bu sucul ortamlar büyük önem arz etmektedir. Biyoçeşitliliğin korunması ve sürdürülebilirliği, bu göl alanlarının korunması ve devamlılığı üzerine temellendirilmiş durumdadır.

Göl sularının içme, tarımsal sulama, enerji üretimi, balıkçılık, tuz madenciliği, turizm ve ulaşım gibi farklı amaçlarla günümüzde yoğun bir şekilde kullanıldığı görülmektedir. Göl sularının çevresinde sulamalı tarımın yapılması ve göl sularının tarımda kullanılması göl sularındaki seviye değişimini hızlandırmaktadır. Ayrıca göl çevresindeki yeraltı sularının aşırı kullanılması, gölleri besleyen akarsuların önüne baraj ve gölet yapılması nedeniyle göllerin beslenememesi göllerdeki seviye değişimini artırmaktadır. Beşerî faaliyetlerin dışında artan sıcaklık, yağış azlığı ve kuraklık durumları, göllerin doğal yağışlardan yeterince beslenememesine, bu durum ise birçok gölün kurumasına neden olmaktadır. Günümüzde dünyada ve Türkiye’deki kurak ve yarı kurak alanlarda iklim değişikliği nedeniyle göllerde seviye değişimleri ve kuruma olayı görülmektedir.

Bu araştırmanın amacı da küresel ısınma ve iklim değişikliğinin göl alanları üzerindeki etkisini Türkiye ölçeğinde anlamaktır. Türkiye’deki göllerin iklim değişikliği nedeniyle karşı karşıya kaldığı yağış azlığı (beslenememe) ve kuraklık sorunları karşısında çekilme ya da tamamen yok olma (kuruma) şeklinde olumsuz bir tepki verdiği bu çalışmada ortaya koyulmuştur. Konu hakkında literatür taraması ve kurumsal raporlardan oluşan ikincil veriler ile çalışmanın materyalleri elde edilmiştir. Elde edilen veriler betimlenerek yorumlanmıştır. Çalışmanın temel araştırma sorusu şu şekildedir: Küresel ısınma ve iklim değişikliğinin göl alanları üzerindeki etkileri nelerdir?

2. Göller

Karalar üzerindeki çukur yerleri doldurmuş olan su kütlelerine göl denilmektedir. Kıtaların hemen her tarafına yayılmış bulunan ve büyüklü küçüklü sayıları on binlere ulaşan göller, hidrografik özellikleri ve işgal ettikleri çukurların morfolojik durumları itibariyle pek çeşitlidirler (Akkuş, 2007: 104). Yeryüzünde 100 milyondan fazla göl bulunmaktadır. Göller tatlı yüzey suyunun yüzde 87’sini oluşturmaktadır (Gleick, 1993; Durgun-Kaygısız, 2024: 92).

Dünyada 0,002 km²'den daha büyük göllerin sayısı takribi 117 milyondur ve bu göller buzul alanları hariç dünya karasının %3,7'sini kaplamaktadır (Verpoorter vd., 2014; Uzun, 2024: 220). Başka bir ifadeyle, yeryüzünün yaklaşık yüzde 70'i sularla kaplı durumdadır. Yerkürenin çanak ve çukur kısımlarını okyanus, deniz ve göl suları doldurmuş durumdadır. Karaların üzerindeki çukur yerleri veya çanakları doldurmuş olan su kütlelerine göl adı verilmektedir. Göller; oluşumları, derinlikleri, yükseltileri, yüzölçümleri, tuzluluk durumları gibi birçok durum bakımından birbirinden farklılık göstermektedir. Göller; havzalarının büyüklüğü (yağış alanı, beslenme alanı), şekilleri, çanak büyüklüğü ve kıyı uzunluğu gibi birçok konuda birbirinden ayrılmaktadır. Göller; tektonik çöküntü alanlarında, karstik çukurlarda, akarsu ve buzul vadilerinde, koy ve körfezlerin doğal setlerinde, volkanik kütlenin ağız kısmında, volkanik patlama çukuru içerisinde (maar) ortaya çıkabilmektedir. Bazı göllerin yüzölçümleri mevsimlik değişimler göstermektedir. Beslenmenin az, buharlaşmanın veya su kaybının fazla olduğu kurak devrelerde yüzölçümü çok küçülen göller vardır. Afrika'daki Çad Gölü, Türkiye'deki Tuz Gölü bunun en tipik iki örneğidir. Göllerin sürekli olanlarının yanı sıra, beslenmenin su kaybından az olduğu devrede kuruyanları da vardır. Bu tür göllere "süreksiz göl" ismi verilmektedir. Bazı göller, kuraklık devrelerinde bataklık halini alırlar (Hoşgören, 2010: 1-9).

Göller, çok çeşitli doğal ortam koşullarından ve özellikle de klimatolojik unsurlardan etkilenmektedir (Busker vd., 2019; Ataol & Onmuş, 2021; Yang vd., 2022). Yapılan çalışmalar, göllerde buharlaşma oranının son 50 yılda %58 arttığını ve kara içi su rezervuarında değişimler olduğunu göstermektedir (Zhao vd., 2022). Göllerin buharlaşarak su kaybetme dinamikleri, suyun alanına, dağılışına, buharlaşma oranına ve antropojenik müdahalelere bağlıdır (Hoşgören, 2020). Ancak belirtilen dinamikler coğrafi konuma göre değişir ve bu süreç karmaşık ilişkilerle değişen çevrenin tezahürlerine karşı hassastır. Küresel iklim değişikliği, sıcaklık artışı ve özellikle suya insan müdahalesinin de göllerde büyük boyutlarda etki oluşturduğu bilinmektedir (Cooley vd., 2021; Khorshiddoust vd., 2022; Kaya vd., 2023; Weyhenmeyer vd., 2024; Uzun, 2024: 220).

Suyun canlıların hayatındaki önemli rolü nedeni ile sudaki değişimler ve su kalitesi, göl gibi kapalı su havzalarının depolama miktarlarını önemli hale getirmiştir. Göl sularının seviyeleri mevsimlere bağlı olarak yıl içinde olduğu gibi yıllar geçtikçe de zamanla değişebilmektedir. Su seviyesini arttıran unsurlar gelir unsurları, tam tersine su seviyesini azaltan nedenlere ise gider unsurları denilmektedir. Yağışlar, akarsular, seyalan suları, kar suları, yeraltı suları ve atık sular gölü besleyen gelir unsurlarıdır. Buharlaşma, terleme, gidegenler, sızma, içme-kullanma suyu ve tarımsal sulama gibi nedenler ise göl suyunun azalmasına neden olan gider unsurlarıdır (Hoşgören, 1994; Durgun-Kaygısız, 2024: 92).

Doğal göllerdeki net hacim kaybının büyük ölçüde iklim ısınmasına, artan buharlaşma talebine ve insan su tüketimine bağlı olduğu ileri sürülmektedir (Yao vd., 2023). Göl seviyelerindeki değişimler iklim değişikliği, yağış, buharlaşma, akış vb., ozon tabakasındaki değişimler ve tektonik hareketlilikler gibi nedenlere bağlanmaktadır (Teltik vd., 2008). Göller kapalı havzada olmaları nedeni ile deniz ve okyanuslara göre iklim değişikliğinden daha fazla etkilenmektedir (Tulan Işıldar ve Yalçiner Erçoşkun, 2021: 89; Keskin vd., 2017: 602). Bu nedenle iklim değişikliği göllerin sürdürülebilirliğini tehdit etmektedir (Artington vd. 2016). Göl sularındaki azalma son yıllarda küresel ısınmanın etkisiyle daha da hızlanmıştır. Yaşanan iklim değişikliği, aşırı sıcaklıklar, buharlaşma göl sularının azalmasına ve kuraklığın artmasına neden olmaktadır. Yaşanan kuraklığın ekonomik, çevresel ve sosyal etkileri çok önemli mikro ve makro sonuçların ortaya çıkmasına yol açabilecektir. Üreticiyi ve ailesini etkileyecek mikro düzeyde ekonomik olumsuzluklara ek olarak tarımsal üretimle doğrudan ilgili endüstride kayıplar, üretimde düşüş, işsizlik, milli gelir ve vergi kayıpları gibi

makroekonomik göstergeler üzerinde de önemli olumsuz etkiler ortaya çıkacaktır (Özçatalbaş, 2014; Durgun-Kaygısız, 2024: 92).

3. İklim Değişikliği ve Göller

İklim değişimelerindeki en önemli olay sera gazı olayıdır. Sera etkisi, antropojenik (beşerî) aktiviteler sonucu atmosfere karbondioksit (CO₂) oranının yükselmesi ve bunun sonucu dünyanın ikliminde değişikliklerin meydana gelmesi olayıdır. Bitkilerin ve ormanların azalması, fosil yakıtların tüketilmesi atmosfer içerisindeki gazların yoğunluklarında değişimlere neden olmakta, bu durum atmosferdeki gaz dengesini bozmakta ve bunun sonucunda atmosferdeki CO₂ yüzdesi artmaktadır. Sera olayı, atmosferde konsantrasyonu artan CO₂'nin yerin (toprağın) yayınladığı ışınları absorplaması sonucu atmosferin ısınmasıdır. Güneşten gelen sıcaklık ışınlarının bir kısmı ve yerden yansıyan güneş ışınları atmosferdeki nem ve karbondioksit CO₂ tarafından tutulur ve bu durum atmosferin ısınmasına ve dünya yüzeyinde bir sıcaklık artışına neden olur. Cam da bir bakıma CO₂ gibi davranır. Cam, gözle görünen ışınları geçirdiği halde IR ışınlarını geçirmez; bunun sonucunda, üstü camlı kaplı yerler (seralar) ısınır ve buradaki bitkiler daha çabuk büyür (Gündüz, 2004: 68-69).

Endüstriyel Devrim'den günümüze doğru atmosferdeki insan kaynaklı sera gazı birikimlerinde artış görülmektedir. Atmosferdeki CO₂ birikimi çok hızlı bir biçimde artmaktadır (Türkeş, 2012). Atmosferdeki CO₂ birikiminin günümüzdeki düzeyi, geçmiş kayıtlardaki doğal CO₂ birikimi değişimlerinin çok üzerindedir (Türkeş, 2008). Bu ise yer yüzeyindeki doğal sera etkisinin hızlanmasına ve yüzey sıcaklığının daha da artmasına neden olmaktadır (Türkeş, 2016: 88).

İklim değişikliği, uzun bir süre sonunda (10 ve daha uzun bir süre) iklim süreçlerinde (ekstrem hava olayları) sıklık ve yoğunluk değişimine neden olan iklim elemanlarındaki (sıcaklık, yağış, rüzgâr vb.) anlamlı değer değişimi olarak ifade edilir (Çiçek, 2016: 118). İklim değişimleri, kısa dönemli ve uzun dönemli değişimler olmak üzere iki sınıfa ayrılabilir. İklim değişimleri, doğal ve beşerî (insan kaynaklı) olabilmektedir. Geçmiş jeolojik zamanlarda ve dönemlerde görülen iklim değişimlerinde güneş radyasyonundaki değişimler ile dünyanın eksen eğiminin değişmesi, atmosferdeki toz miktarının değişmesi, dönerken baş sallaması ve güneş etrafındaki yörüngesinin değişmesi gibi faktörler etkili olabilmektedir. Ancak günümüzde insanların atmosfer bileşimine yaptığı etkiler, küresel sıcaklığın atmasında etkili olan temel faktördür (Atalay, 2013: 258-277). Artan fosil yakıt tüketimi, bitki örtüsünün yok oluşu ve hızlı kentleşme gibi süreç ve oluşumlar iklim değişikliğini hızlandırmaktadır. Bu durumun insanlık ve ekosistem için bir felaket olacağı öngörülmektedir (Görmez, 2010: 30).

Küresel boyutta olabilecek bir sıcaklık artışına bağlı olarak, iklimde önemli değişimler olabilecektir. Bu değişimin sonucu kara ve deniz buzullarının erimesi, deniz seviyesinin yükselmesi, iklim bölgelerinin sınırlarının değişmesi, ekstrem (uç) meteorolojik olayların ve bunlara bağlı doğal afetlerin artması şeklinde görülecektir. Bu olaylar bölgesel ve zamansal olarak çok farklı biçimde ortaya çıkacaktır. Türkiye ölçeğinde küresel ısınmaya bağlı olarak görülebilecek durumlar su kaynaklarının azalması, orman yangınları, kuraklık ve çölleşme ile bunlara bağlı ekolojik bozulmalardır (Şahin ve Sipahioğlu, 2007: 363-364).

Son yıllarda artan kuraklık, çölleşme, ozon tabakasının incilmesi, sel ve su baskınları ve küresel iklim değişikliği gibi olayların ana faktörü atmosferdeki meteorolojik olaylarla ilişkilendirilmektedir. Ayrıca günümüzde insanların çeşitli faaliyetlerine bağlanan iklim değişikliği ve iklimsel sorunlar, uluslararası kuruluşları, hükümetleri ve bilim insanlarını yakından ilgilendiren meseleler olmaya başlamıştır (Türkeş, 2010: XVII).

Kuraklık esas olarak, sürekli ve gittikçe artan bir yağış azlığına bağlı olarak ortaya çıkan bir meteorolojik süreçtir. Günümüzde, iklimdeki değişimlere bağlı olarak oluşacak kuraklıktan kaçılması mümkün görülmemektedir (Şahin ve Sipahioğlu, 2007: 333). Bir bölgede ihtiyaçtan daha az su varsa, o bölgede kuraklıktan bahsedilebilir. Kuraklığın ana nedeni; yaz sıcaklığının fazla oluşu ve buna bağlı olarak şiddetli buharlaşma ile aşırı su kaybı, yağış rejimlerinin düzensiz oluşu, tarımın tamamen sulamaya dayalı oluşu ve sulama sistemlerinin yetersiz oluşu nedeniyle fazla miktarda su kaybıdır. Meteorolojik kuraklık, uzun bir zaman içinde yağışın belirgin şekilde normal değerlerin altına düşmesi olarak tanımlanabilir (Özey, 2011: 64).

İklim değişikliği, küresel göl ekosistemleri için en ciddi tehditlerden biridir. Son yıllarda yüzey sıcaklığı, buharlaşma ve su seviyesi değişimleri gibi durumlar gölleri tehdit etmektedir. Buzul erimeleri sonucu gölü besleyen soğuk suların ve akarsular, göl su sıcaklığını düşürecek ve bu da buharlaşmayı azaltacak ya da geciktirecektir. Ancak gölü besleyen suların göle ulaşamaması, göl su sıcaklığının hızla yükselmesine ve buharlaşarak hızlı su kaybına neden olacaktır. Ortalama yağış miktarlarındaki veya su girişindeki artışla denkleşmediği takdirde, daha yüksek buharlaşma oranları göl seviyesinde ve yüzey suyu miktarında azalmaya neden olacaktır. Göllere ve göl çevresine düşen yağış miktarındaki azalmalar göl ekosistemini, gölün su miktarını ve kalitesini, göl ulaşımını ve rekreasyonel olanaklarını etkileyecektir (Woolway vd., 2020: 388).

İklim değişikliği nedeniyle göllerde buz örtüsü azalıyor ve hava sıcaklıkları 4°C artarsa 100.000'den fazla göl buzsuz kışlar geçirme riskiyle karşı karşıya kalacaktır. Kuzey Yarımküre göllerinde buzlanma süresi son 150 yılda ortalama 28 gün kısalmış durumdadır ve son on yıllarda bu oran daha da yükselmiş durumdadır. Dünya genelinde yüzey suyu sıcaklıkları küresel ortalama yılda 0,34 °C artmıştır; bu da hava sıcaklığı eğilimlerine benzer veya daha fazladır. Bölgesel farklılıklara ve faktörlere bağlı olarak değişiklik gösterse de küresel yıllık ortalama göl buharlaşma oranlarının 2100 yılına kadar %16 oranında artacağı tahmin ediliyor. Küresel göl suyu depolaması iklim değişikliğine karşı hassastır, ancak önemli bölgesel değişkenlik göstermektedir ve göl suyu depolamasında gelecekteki değişikliklerin büyüklüğü belirsizliğini korumaktadır (Woolway vd., 2020: 388-403).

4. Türkiye’de Göller ve Seviye Değişimleri

Türkiye, göller bakımında fakir sayılmamakla birlikte zengin bir ülke de değildir. Türkiye’de göl ve sulak alanların toplam yüz ölçümü 10 bin km civarındadır. Türkiye’de göller; büyüklük, yükseklik, oluşum biçimleri ve sularının özelliklerine göre çok farklı özellikler göstermektedir; ancak ülke içerisindeki dağılışımda farklılık görülmektedir (Tablo 1, 2). Türkiye’de göller genelde Van Gölü çevresi, Tuz Gölü çevresi, Göller bölgesi ve Marmara denizi güneyinde toplanmıştır (Şahin, 2002: 102).

Türkiye yarı kurak iklim kuşağında yer almaktadır. Dolayısıyla Türkiye, su zengini bir ülke değildir. Türkiye’de yaz kuraklığı, normal bir iklim özelliğidir. Ancak kış ve bahar mevsimlerinde görülen kuraklığın uzaması ve yaygınlaşması sonucunda, ekonomik etkileri yıllarca süren ağır sorunlar yaşanmaktadır. Üç tarafı denizlerle çevrili olan Türkiye’nin denizlerden gelen nemli havayı kıyılara paralel uzanan sıra dağların denize dönük yamaçlarında yağış olarak bırakması kıyıların nemli, sıra dağların iç kesimlerinde (duldada) kalan kısımlarının daha az yağış almasına neden olmaktadır. Türkiye’nin iç kesimlerinde, karasallık faktörü nedeniyle, kıyılara göre daha kurak bir iklimsel ortam görülmektedir (Şahin ve Sipahioğlu, 2007: 320-325). Bu durum ise, iç bölgelerdeki göllerin yağış azlığına bağlı olarak yeterince beslenememesi, göllerde seviye değişimlerini ve kurumayı beraberinde getirmektedir.

Tablo 1. Türkiye'nin Başlıca Doğal Gölleri

	Göl Adı	Yüzölçümü	Yükseklik	Derinlik	Kökeni	Su Özelliği	Yeri
1	Abant	1.28	1298	15	Heyelan Set	Tatlı	Bolu
2	Acıgöl	153	836	2	Tektonik	Çok tuzlu	Afyon-Denizli
3	Akşehir	353	958	4	Tektonik	Az tuzlu	Afyon-Konya
4	Akyatan	35	4	Sığ	Kıyı Kordonu	Yarı tuzlu	Adana
5	Akyayan	31	0	Sığ	Kıyı Kordonu	Yarı tuzlu	Adana
5	Amik*	60	81	4	Tektonik	Tatlı	Hatay
6	Arin	13	1658	Sığ	Kıyı Kordonu	Tuzlu (sodali)	Bitlis
7	Avlan*	8	1024	Sığ	Sığ karstik	Tatlı	Antalya
8	Bafa	60	10	45	Alüvyon seti	Az tuzlu	Aydın-Muğla
9	Balık	34	2250	100	Lav seti	Tatlı	Ağrı
10	Beyşehir	656	1121	70	Tektonik-karstik	Tatlı	Isparta-Konya
11	Burdur	200	854	110	Tektonik	Tuzlu (sülfatlı)	Burdur
12	Büyükçekmece	11	0	3,5	Kıyı Kordonu	Yarı tuzlu	İstanbul
13	Çavuşçu (Ilgın)	51	1019	Sığ	Tektonik-karstik	Tatlı	Konya
14	Çıldır	115	1959	130	Lav seti	Tatlı	Konya
15	Durusu (Terkos)	25	5	11	Kıyı Kordonu	Tatlı	İstanbul
16	Eber	126	967	3	Tektonik	Tatlı	Afyon
17	Eğirdir	468	916	13	Tektonik-karstik	Tatlı	Isparta
18	Erçek	98	1803	15	Lav seti	Tuzlu (sodali)	Van
19	Hazar (Gölcük)	86	1248	80	Tektonik	Tatlı	Elazığ
20	Hozapın (Aktaş)	14	1794	Sığ	Tektonik	Tuzlu (sodali)	Kars
21	İznik	298	85	65	Tektonik	Tatlı	Bursa
22	Karagöl*	23	1050	Sığ	Karstik	Tatlı	Antalya
23	Kestel*	25	779	4	Karstik	Tatlı	Burdur
24	Köyceğiz	52	8	25	Alüvyon seti	Az tuzlu	Muğla
25	Kuş (Manyas)	166	15	5	Tektonik	Tatlı	Balıkesir
26	Küçükçekmece	16	3	20	Kıyı Kordonu	Yarı tuzlu	İstanbul
27	Marmara	34	71	Sığ	Alüvyon seti	Tuzlu	Manisa
28	Mogan	6	972	5	Alüvyon seti	Hafif tuzlu	Ankara
29	Nazik	48	1816	50	Lav seti	Tatlı	Bitlis
30	Nemrut	12	2247	155	Krater	Tatlı	Bitlis
31	Otlukbeli	-	1855	18	Traverten seti	Tatlı	Erzincan
32	Salda	45	1139	Sığ	Tektonik	Tuzlu (sodali)	Burdur
33	Sapanca	47	40	61	Alüvyon seti	Tatlı	Kocaeli-Sakarya
34	Seyfe	15	1110	5	Tektonik	Tuzlu	Kırşehir
35	Suğla	125	1040	2	Tektonik-karstik	Tatlı	Konya
36	Tortum	8	1000	95	Heyelan seti	Tatlı	Erzurum
37	Tuz	1500	925	2	Tektonik	Çok tuzlu	Ankara-Konya-Aksaray
38	Tuzla	23	1138	12	Tektonik	Çok tuzlu	Kayseri
39	Ulubat	134	5	4	Tektonik	Tatlı	Bursa
40	Van	3713	1646	451	Volkanik-Lav seti	Tuzlu (sodali)	Bitlis-Van
41	Varişlı	16	950	Sığ	Tektonik	Tuzlu	Burdur
42	Yay	37	1071	2	Tektonik	Az tuzlu	Kayseri

Kaynak: Güney, 2004: 182-183. *Kuruyan göller

İklim değişikliği şu anda dünya genelindeki ekosistemler için en ciddi tehditlerden biri olarak kabul ediliyor (ACIA 2004; Rosenzweig et al. 2007). İklim değişikliğinin etkilerinin izlenmesi ve anlaşılması, bir ekosistem içindeki çok sayıda tepki ve manzaradaki mekânsal çeşitlilik nedeniyle zorluklar doğurmaktadır. Önemli sayıda araştırma, göllerin iklime duyarlılığını ve göllerin fiziksel, kimyasal ve biyolojik özelliklerinin iklimle ilgili değişikliklere hızla yanıt verdiğini göstermektedir. (ACIA 2004; Rosenzweig et al. 2007). Göllerde iklimle ilgili bazı sinyaller oldukça belirgindir ve kolayca ölçülebilir. Örneğin, su seviyesindeki iklim kaynaklı dalgalanmalar Kuzey Amerika'da geniş çapta gözlemlenmiştir ve buz oluşumu ve erimesinin zamanlamasındaki değişimler, küresel ölçekte iklim ısınmasının bir sonucu olduğunu göstermektedir ((Williamson et al. 2009; Magnuson et al. 2000; Adrian vd., 2009: 2283).

Göllerdeki seviye değişimleri üzerine alanyazın incelendiğinde, yeryüzünün farklı coğrafyalarındaki göllerin seviyelerinin azalma yönünde bir eğilim gösterdiği görülmektedir. Dünyanın farklı bölgelerindeki göllerdeki bu seviye değişimlerinin temel nedeninin kentleşme, tarımsal sulamalar, göllere giden akarsuların başka amaçlarla kullanılması ya da barajların yapılması gibi beşerî faktörler olduğu belirlenmiştir (Du vd., 2001; Kiage vd., 2007; Legesse ve Ayenew, 2006; Penny ve Kealhofer, 2005; Yıldırım vd., 2011; Yuan vd., 2015). Göl seviyeleri üzerine yapılan araştırmaların büyük bir kısmı, iklimsel değişimlere bağlı olarak mevsimsel ya da kalıcı olarak göl seviyelerinin önemli ölçüde azalma gösterdiği yönünde bulgular ortaya koymuştur (Birkett, 1995; Mercier vd., 2002; Molnar vd., 2002; Mendoza vd., 2006; Medina vd., 2008; Yıldırım vd., 2011). Alanyazında göl seviyelerinin iklim değişikliği nedeniyle baskı altında olduğunu ortaya koymaktadır. Son zamanlarda yapılan göl çalışmalarında göl seviye değişimlerine sadece iklim değişikliklerinin değil yerel su dengesindeki değişimlerin de neden olabileceği fark edilmiştir (Göncü vd., 2017: 556).

Tablo 2. Türkiye’de kurumuş ve kuruma tehlikesi altındaki göller

Göl Adı	İl	Bölge	Göl Adı	İl	Bölge
Başmakçı	Afyon	Ege Bölgesi	Akgöl	Antalya	Akdeniz Bölgesi
Eber			Eğrigöl		
İncesu			Elmalı Sülüklü		
Karamık			Genceli		
Bafa	Aydın		Girdev		
Işıklı	Denizli		Gölcük		
Belevi	İzmir		İmecik		
Çobanlar	Muğla		Keklikcek		
Hocat			Küçükgöl		
Köyceğiz			Manay		
Ova			Müren		
Sülüngür			Sarıgöl		
Büyükgöl		Balıkesir	Çorak	Burdur	
Manyas	Karaevli				
Uzungöl	Yarışlı				
Arapçiftliği	Bursa	Yazır			
Dalyan		Burdur			
İznik		Göhlisar			
Uluabat		Salda			
Zirvetepe		Burdur			
Gala		Göhlisar			
Gölbaba	Çanakkale	Salda			
B. Çekmece	İstanbul	Akyatan	Adana		
K. Çekmece		Eğirdir	Isparta		
Terkos		Gölcük			
Büyük Akgöl	Sakarya	Kovada			
Kocagöl		Abant	Bolu		
Küçük Akgöl		Çubuk			
Sapanca		Gölcük			
Taşkısığı		Kara Murat			
Teke		Keçi			
Tuzla	Tekirdağ	Kocagöl			
Azaplı	Adıyaman	GD Anadolu Bölgesi	Reşadiye	Düzce	
Gölbaşı			Sülüklü		
İnekli			Sünnet		
Keller	Gaziantep		Efteni		
Gavur	K.maraş		Akgöl	Karadeniz Bölgesi	
Balık	Ağrı	Doğu Anadolu Bölgesi	Akmaz		Samsun
Hazar	Elazığ		Balıklıgöl		
Tortum	Erzurum		Dumanlı		
Aktaş	Kars		Gernek		
Aygır			Gici		
Çengilli			Karaboğaz		
Çıldır			Karakum		
Kuyucak			Kargılı		
Bostaniçi			Van		
Turna	Van		Mecik		
Tuz Gölü	Aksaray		İç Anadolu	Simenit	
Eymir	Ankara	Tatlıgöl			
Karagöl		Uzungöl			
Mogan		Sarıkum		Sinop	
Sülüklü		Çorum		Uzungöl	Trabzon
Sultan Sazlığı	Kayseri	Büyük		Zonguldak	
Kocagöl	Kırıkkale	İnce			

Saka		Bölgesi	Kuru		
Beyşehir	Konya		Nazlı		
Acıgöl	Nevşehir		Sazlı		
Aygır			Serin		
Kamışlı	Sivas				
Tecer					

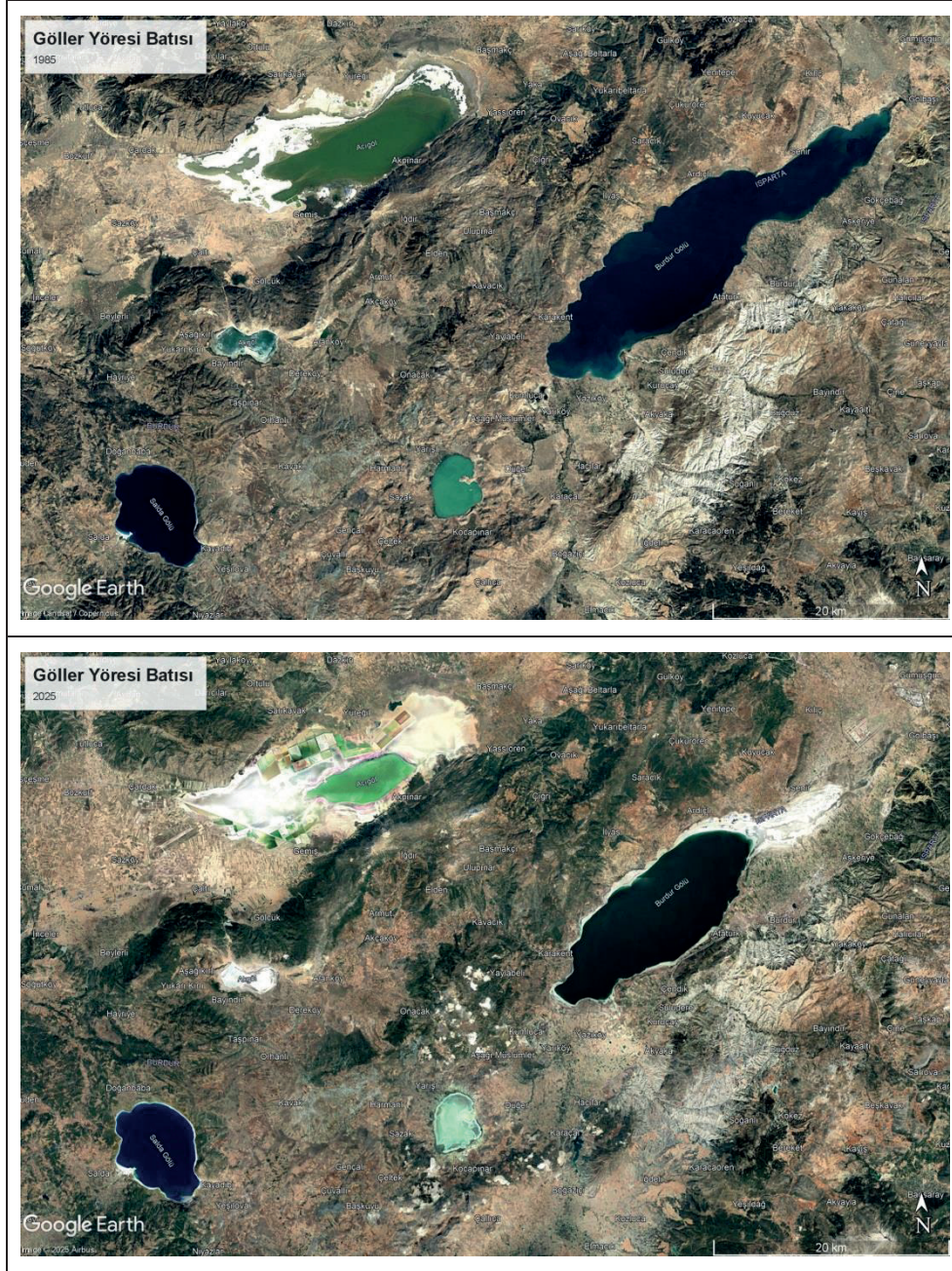
Kaynak: Çınar, 2024.

Türkiye’deki göllerde görülen seviye değişimleri, doğal ve beşerî birçok faktöre bağlı olarak değişmektedir. Göl su seviyelerindeki değişimler ve göllerin tamamen kurummasını sadece iklim değişikliğine bağlamak doğru bir yaklaşım olmayacaktır. İklim değişikliğine bağlı olarak göl havzalarına düşen yağışlarda görülen azalmalar dışında, göl çevresinde yapılan sulamalı tarıma bağlı olarak yeraltı sularının aşırı kullanılması ve göl sularının tarımsal sulama ve yerleşmelerin içme su ihtiyacını karşılaması gibi faktörler, göl seviye değişimlerinde ve göllerin kurummasında etkili olan diğer önemli faktörlerdir.

IPCC’nin raporuna göre iklim değişikliğinden en fazla etkilenecek bölge Akdeniz havzasıdır (İklim Değişikliği Başkanlığı, 2024). Türkiye bu bölge içerisinde yer almaktadır. Öngörülere göre bu bölgede sıcaklıkların giderek artacağı, yağışların azalacağı ve şiddetli yağışların olabileceği ileri sürülmektedir (Usta, 2016; ÇŞB, 2018; Durgun-Kaygısız, 2024: 92).

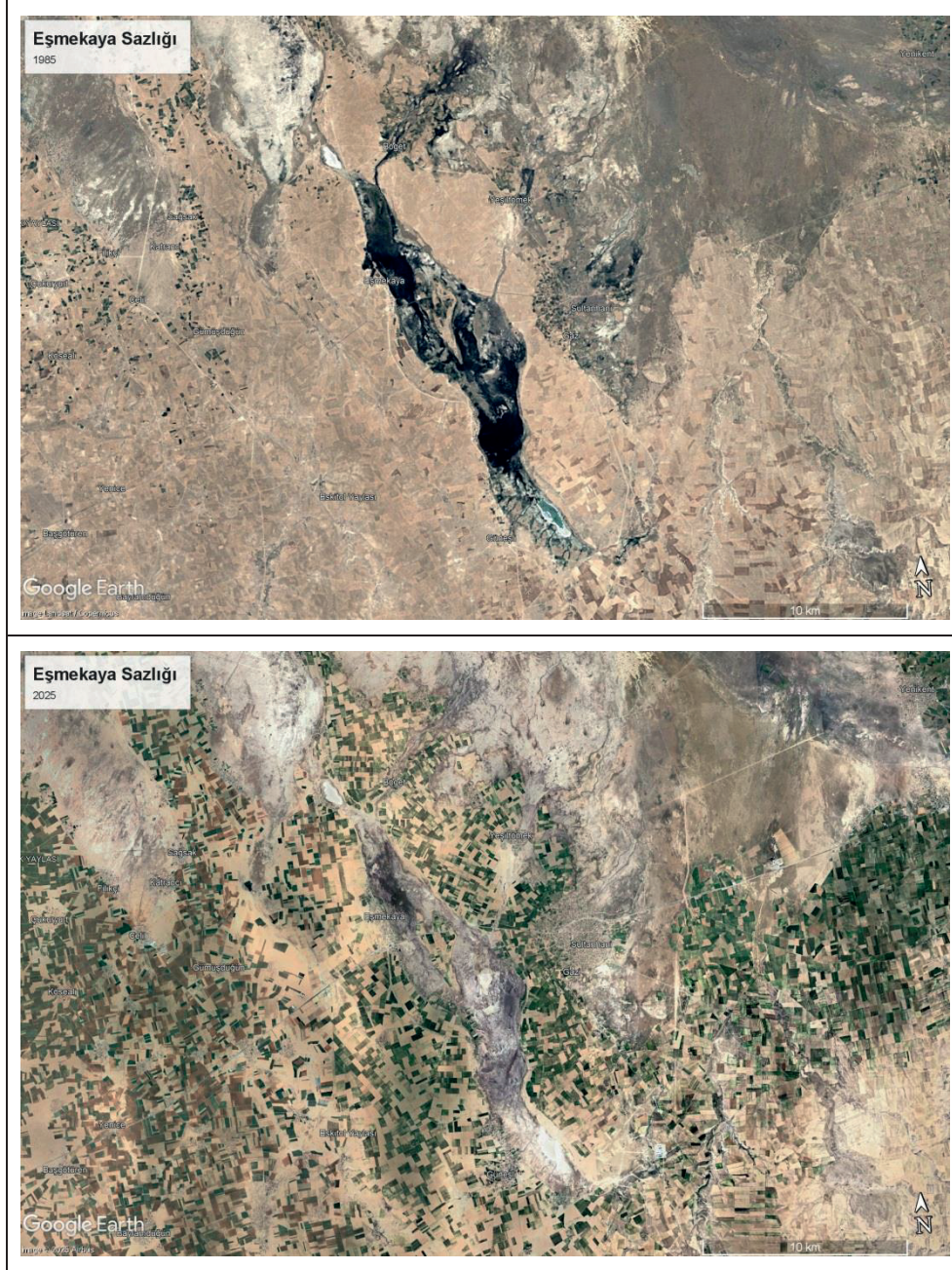
Sulak alanların insan hayatı ve ekosistem üzerindeki önemine rağmen bazı nedenlerle sulak alanlarda kurutma çalışmaları yapılmıştır. Özellikle 1950-70 yılları arasında Türkiye’de su taşkınlarını önlemek, sıtmayla mücadele etmek ve yeni tarımsal alanlar açmak nedeni ile resmi kuruluşlar tarafından 93.582 ha’lık 21 sulak alan kurutulmuş, 17 adet sulak alan ise kurumaya yakın bir duruma gelmiştir (Gürer ve Yıldız, 2008; Karakılçık ve Özcan, 2009). Bu duruma gösterilebilecek en güzel örneklerden birisi Gavur gölüdür. Kahramanmaraş’ta bulunan göl ülkemizde göçmen kuşların son durak yeri olmasına rağmen yukarıda belirtilen nedenlerden dolayı 1950’li yıllarda kurutulmuştur. Kurutulan göl alanları zamanla tarımsal faaliyetlere açılabilir verim elde edilememiştir. 2005 yılında göl tekrardan geri kazandırılmaya çalışılsa da başarılı olunamamıştır (Güngör, 2013, 310-318). Van gölünün doğusunda bulunan Akgöl, iklim değişikliği ve beşerî faktörlerin etkisindedir. Aşırı sıcaklık, kuraklık ve buharlaşmayla birlikte kurumaya başlayan göl kesin korunacak hassas alan kategorisine alınmıştır. Ayrıca gölün kuruyan kısımlarının bilinçsizce tarım ve ulaşım açılması, tarımda kullanılan ilaçların göl suyunu kirletmesi, yanlış sulama tekniklerinin kullanılması, su ihtiyacı fazla olan tarımsal ürünlerin dikilmesi gibi unsurlar göle zarar veren nedenlerdendir (Matpay, 2022). Göller bölgesindeki 36 adet gölün 20 tanesi tamamen kurumuştur. Geriye kalan 16 göl ise kuruma tehlikesi altındadır. Tulan-Işıldar ve Yalçınır-Erçoşkun (2021) 1990-2020 tarihleri arasında göller bölgesindeki göllerin dirençlilik durumlarını araştırmışlardır. Çalışmaya göre belirtilen zaman diliminde göllerin yüzey alanları: Acıgöl %76,2, Akgöl %100, Akşehir gölü %73,6, Beyşehir gölü %7,8, Burdur gölü %35,3, Eber gölü %24,13, Eğirdir gölü %3, Gavur gölü %10,6, Ilgın gölü %20, Işıklı göl %8,3, Karamık Bataklık gölü %11,2, Karataş gölü %62,8, Salda gölü %1, Suğla gölü %35,6, Yarıklı Gölü %100 oranında azalmıştır (Tulan Işıldar ve Yalçınır Çoskun, 2021: 98-111). Doğrul ve Alkan (2022) 2011-2021 tarihleri arasında 4 farklı gölün su seviye durumlarını incelemişlerdir. Bu göller Konya Düden gölü %3,4, Bolu Gököy baraj gölü %24,6, Burdur gölü %10,3 ve Burdur Bademli baraj gölü %73,1 su kaybına uğramıştır. İklimsel faktörlerin değişmesi, yanlış tarım politikaları, salma sulama sistemi vb. yöntemlerle sürdürülebilir kullanım limitinin aşılması gibi nedenler Burdur Gölü’nün azalmasının nedenleri olarak görülmektedir (Göncü vd. 2017). Çoğunluğunu tarım alanlarının oluşturduğu Konya Kapalı Havzası da iklim değişikliği ve tarımda aşırı su kullanımı tehlikesi ile karşı karşıyadır. Bu

bölgedeki su kaynaklarının %88'i tarım alanlarında kullanılmaktadır. Bu bölgenin 2019-2040 döneminde şiddetli kuraklık ve orta kuraklık yaşayacağı öngörülmektedir. Bölgede Ilgın-Çavuşçu gölü, Beyşehir gölü ve Kozanlı-Gökgöl haricindeki tüm doğal sulak alanlar ya tamamen kurumuş ya da küçülmüştür (WWF, 2013: 18). Sağır (2020) çalışmasında Konya kapalı havzasındaki göllerin durumunu incelemiştir. Buna göre Akşehir gölü yağışların azalması ve bilinçsiz açılan kuyular nedeniyle kuruma tehlikesi altındadır. Beyşehir gölü tarımsal amaçlı aşırı sulama (Kesici, 2019), göletler, ruhsatsız kuyular ve su ihtiyacı yüksek pancar bitkisinin yetiştirilmesi gibi nedenlerle çok ciddi su kaybı yaşamıştır. Gölün son 20 yılda derinliği 26 metreden 5,5 metreye düşmüştür.



Şekil 1. Göl Yöresi batısının 1985 ve 2025 yıllarına ait uydu görüntüleri

Tuz Gölü'nün, iklim değişikliğinin olumsuz etkilerinin yanı sıra denetimsiz kuyular, bilinçsiz tarım uygulamaları nedeniyle son 20 yılda %60 oranında küçüldüğü belirtilmektedir. Eşmekaya Sazlığı baraj yapımı ve aşırı sulama nedeniyle tamamen kurumuştur. Kulu Gölü kuraklık ve kontrolsüz sulama nedeni ile ciddi su kaybı yaşamıştır (Ökten, 2012: 84). Havzadaki diğer göllerden Suğla gölü gölete dönüştürülmüş, Hotamış gölü tamamen kurumuş, Tersakan gölü ise kuruma tehlikesi altındadır (Sağır, 2020: 96-99).



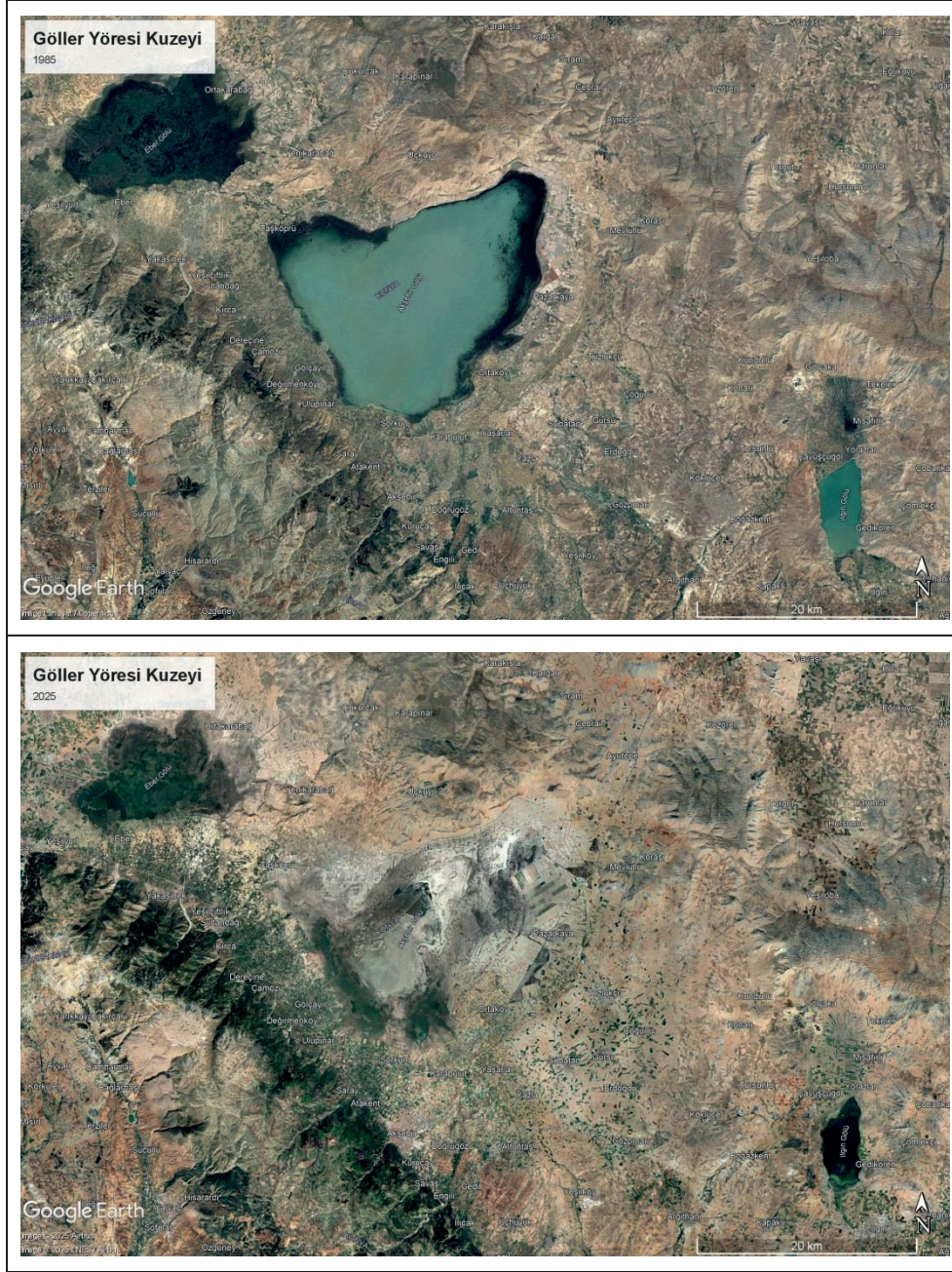
Şekil 2. Eşmekaya Sazlığının 1985 ve 2025 yıllarına ait uydu görüntüleri

Manisa ilinde bulunan Marmara Gölü yanlış sulama yöntemleri ve tarım için açılmış çok fazla sayıda su kuyusu nedeni ile tamamen kurumuştur (Karataş, 2023: F431). Göksu Deltası, Manyas Gölü, Meke Gölü, Yumurtalık Lagünleri, İznik Gölü, Karagöl ve Girdev Gölü kurutulan ya da yanlış tarım uygulamaları, aşırı su kullanımı gibi birçok tehditle kuruma

tehlikesi altındadır (Yıldız Karakoç, 2017, 105; Durgun-Kaygısız, 2024: 93-94). Kuraklık ve azalan yağış miktarları nedeniyle Türkiye göllerinin su seviyelerinde çekilmeler görülmektedir. Burdur, Isparta, Afyon, Konya, Denizli ve Antalya illerinin olduğu kesimde yer alan göllerde hızlı seviye değişimlerinin olduğu belirlenmiştir (Sener vd., 2010). Göller Bölgesi'nde yer alan Akşehir Gölü'nde de su seviyeleri düşmüştür (Dönmez, 2018: 178). Günümüzde Burdur Gölü'ndeki seviye değişimlerinde, yağış azlığı ve gölü besleyen dere sularının çeşitli tesisler tarafından engellenmesi temel faktör olduğu görülmüştür. Burdur Gölü, 1990'lı yıllardan günümüze kadar dikkat çekecek miktarda bir küçülme ve seviye değişimi göstermiştir. Gölün mevcut kıyıları ile eski kıyıları arasında 1 km'lik bir mesafenin oluşması, gölün bir kısmının kuruduğunu ve gölün çekildiğini göstermektedir (Yiğitbaşıoğlu ve Uğur, 2010: 140-141).

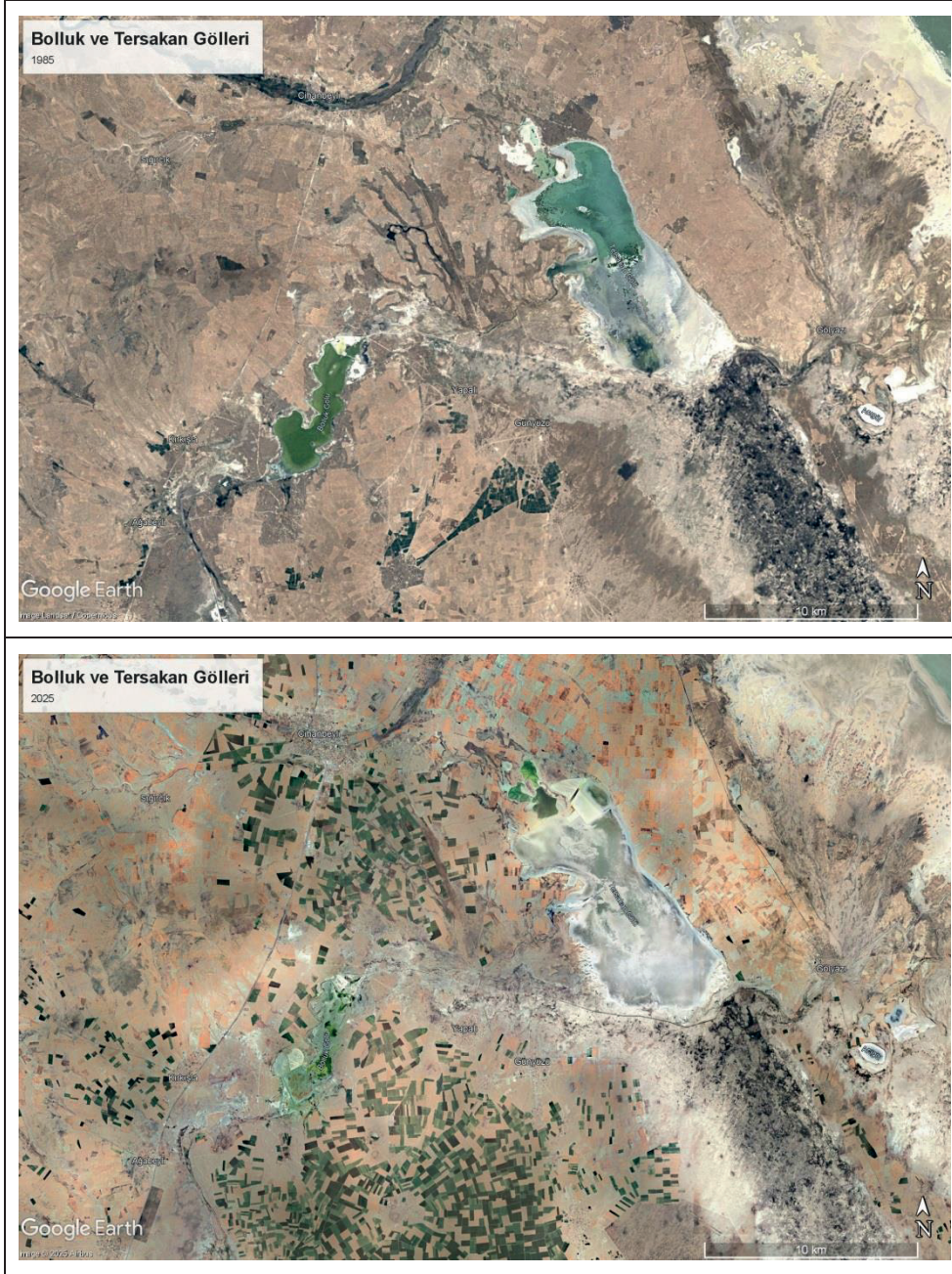
Konya'da son yıllarda görülen yağış azlığına bağlı olarak yaşanan kuraklık ve sulamalı tarım ile endüstriyel zirai bitkilerinin yetiştirilmesi, bölgede çevresel problemleri meydana getirmiştir. Türkiye'de en az yağış alan yerlerden birisi olan Karapınar ve çevresinde bol su isteyen zirai ürünlerin tarımının yapılması ve sulamalı tarım yapılan tarımsal alanların giderek artması, bölgedeki yeraltı suyu tüketimini artırmıştır. Sulamalı tarım ve kuraklık gibi faktörlere bağlı olarak suya olan ihtiyaç daha da artmıştır. Bölgenin kapalı havza olması ve burada yüzeysel akışa geçen geniş bir akarsu ağının bulunmaması tarımsal sulama ve içme suyu ihtiyacının büyük ölçüde yeraltı suyundan karşılanması sonucunu doğurmaktadır. Kullanılan yeraltı suyu ise sonsuz değil ve tükenecek olan bir kaynaktır. Her geçen yıl talep artmasına bağlı olarak yeraltı akiferlerinden daha fazla su çekilmekte ve yeraltı su seviyesi düşmektedir. Bunun sonucunda da bölgede çeşitli çevre sorunları görülmektedir. Karapınar ve çevresindeki yağış azlığı nedeniyle, tarımsal topraklarda tuzlanma-çoraklaşma ve göllerde ise çekilme yaşanmaktadır (Yılmaz, 2010: 145-150).

Günümüzde Seyfe Gölü'nü besleyen dereler kuruma aşamasına gelmiştir. Seyfe Gölü'nü besleyen derelerin sulama ve içme suyu amaçlı kullanımı, açılan tahliye kanallarının gölün beslenmesini engellemesi göl seviyesinin düşmesinde önemli faktörlerdendir. Bu durum Seyfe Gölü günümüzde yok olma tehlikesi ile karşı karşıya kalmasına neden olmuştur. Göl çevresindeki sulamalı tarım yapılan tarım arazilerinin genişlemesi ve göl çevresindeki ruhsatsız kuyular göl ekosistemini (bitkileri ve göçmen kuşlar vb.) tehdit etmektedir (Çiftçi vd., 2021: 53). Gölbaşı Havzası sulak alan (turbalık) ekosistemi, tarım yapmak için kurutulması alansal olarak küçülmesine neden olmuştur. Turbalıkların alansal bakımdan küçülmesi, atmosferde sera gazı artışına ve CO₂ yutak alanlarının azalmasına neden olmaktadır (Parish vd., 2008; Tarnocai, 2006; Tırıl, 2006). Bu da küresel ısınma ve buna bağlı ekosistem değişikliklerini doğurmaktadır. Sahanın sulak alan yönetim planının olmayışı, denetleme ve uygulama konusunda karışıklıklara sebebiyet vermektedir (Sandıkçıoğlu ve Uzun, 2023: 296-297).



Şekil 4. Göller Yöresi kuzeyinin 1985 ve 2025 yıllarına ait uydu görüntüleri

Türkiye’de yer alan 240 gölden 186’sının son 60 yılda tamamen kuruduğu, geriye kalan göllerin ise kuraklık tehlikesi yaşadığı belirtilmektedir (Çınar, 2024). Yapılan araştırmada, Tuz Gölü’nde su yüzeyinin 1985-2016 yılları arasında oldukça azaldığı (Aydın vd., 2020), Tersakan ve Bolluk göllerinde (Konya) de 1984-2024 arasında su yüzeyinin %70 oranında küçüldüğü saptanmıştır (Uzun, 2024: 240).



Şekil 5. Bolluk ve Tersakan Göllerinin 1985 ve 2025 yıllarına ait uydu görüntüleri

Çalışma sahası ve yakın çevresi kapsamında son 50 yıllık dönemde sıcaklıkların 0,34 °C arttığı, yağışların ise belli dönemler haricinde azalma eğiliminde olduğu, bu durumun göllerin meteorik suyla beslenmesini azaltarak su döngüsündeki buharlaşmayı arttırdığı ve yüzeysel kayıpların yaşandığı ortaya çıkarmaktadır. Dönemsel olarak değişimler olmakla birlikte Bolluk ve Tersakan göllerinin kısa dönemli ve uzun dönemli verileri su yüzeyinde azalma eğiliminin olduğunu ortaya koyar. Özellikle atmosferik su girdisinin en az olduğu yaz aylarından ağustos ayında 1984'ten 2024'e azalma trendinin daha büyük boyutlu olduğu tespit edilmiştir. Her iki gölün su yüzey alanının 40 yıllık dönemde %69 oranında küçüldüğü saptanmıştır (Uzun, 2024: 240).

Meke Maarı (Konya) içerisinde Meke Gölü yer almaktaydı. Bu göl, 2005 yılında Ramsar Sulak Alan statüsü almış; ancak yağışın az olması nedeniyle göl alanı tamamen ortadan

kalkmıştır. Meke Gölü'nün kuruması nedeniyle birçok kuş türü de başka sulak alanlara göç etmiş durumdadır. Bir maar içinde yer alan Acıgöl (Konya) seviyesi de 13 metre düşüş göstermiştir (Tuncer ve Pınar, 2019; 47-48). Mogan Gölü'nde de 2023 ve 2024 yıllarında yapılan incelemelerde göl seviyesinde değişimlerin olduğu görülmüştür (Coşkun vd., 2025: 68).

Tarım ve Orman Bakanlığı; Akşehir, Burdur, Beyşehir, Eber, Bafa, İznik, Seyfe ve Sapanca göllerindeki kuraklık riski için harekete geçmiş durumdadır. Bu göllerin kuruması ile ilgili bölgede “*Kuraklık Riski Altındaki Göller*” temalı çalıştaylar da düzenlenmeye başlamıştır. Ayrıca Bakanlık, kuraklık sorunun yaşayan diğer göller için de ayrı bir çalışma yapacağını (su verimliliği stratejisi, su verimliliği yönetmeliği ve eylem planı hazırlayacağını) belirtmiştir. Bakanlık, yapılan çalışmalarda, son yıllarda kuraklık riski taşıyan göllerde su kalitesinde bozulma, su seviyesi düşüşleri, canlı türlerinde azalma ve sazlık alan kayıpları görüldüğünü rapor etmiş durumdadır (Tutak, 2025).

Hazırlanmakta olan eylem planlarında, Türkiye göllerinin su seviyelerinin korunması, ekosistemlerin sürdürülebilirliğinin sağlanması ve iklim değişikliğinin olumsuz etkilerine karşı direnç kazandırılması amacıyla bir dizi tedbir belirlenmektedir (Tarım ve Orman Bakanlığı, 2025):

- Su verimliliği uygulamalarının artırılması
- İçme-kullanma suyu şebekelerinde kayıpların azaltılması
- Sulama sistemlerinin modernizasyonu
- Yeraltı suyu kullanımının kontrol altına alınması
- Kullanılmış suların yeniden kullanımı
- Havzalar arası su transferleri (Tarım ve Orman Bakanlığı, 2025).

Sonuç

Türkiye'deki göllerdeki seviye değişimleri kısa dönemlik (mevsimsel/yıllık) ve uzun dönemlik olarak değişiklik gösterebilmektedir. Yılın yağışlı mevsimlerinde göl seviyesinde yükselme; yağışın az, sıcaklık ve buharlaşmanın fazla olduğu aylarda ise çekilme (alçalma) olayı görülmektedir. Basit rejimli akarsulardan beslenen göllerde bu durum daha net görülürken, karmaşık rejimli akarsulardan beslenen göllerdeki seviye değişimleri daha az olabilmektedir. Ancak uzun dönemlik ortalamalar ve ölçümler, küresel ısınma ve iklim değişikliğine bağlı olarak, birçok sığ gölün alansal olarak daraldığını birçok derin gölde ise seviye değişimlerinin yaşandığını göstermektedir.

Türkiye'deki göllerdeki seviye değişimleri farklı metotlar ve araç-gereçler kullanılarak ölçülebilmekte ve geçmiş yıllardaki seviye değişimleri arasındaki farklılık ortaya koyulabilmektedir. Ortaya çıkan seviye değişim farklılıklarında tarımsal sulama, içme-kullanma, yeraltı suyunun aşırı tüketilmesi, gölü besleyen derelerin önüne gölet ya da baraj yapılmış olması gibi antropojenik faktörler temel etken olmaktadır. Bu beşerî faktörlere ek olarak yarı kurak sahalarda azalan yağışlar, göl havzalarında artan sıcaklık ve buharlaşmaya bağlı olarak yaşanan kuraklık durumu da göllerin önemli miktarda su kaybetmesine ya da kurumasına neden olan doğal faktörler olmaktadır.

Küresel ısınma ve iklim değişikliği sonucunda görülen iklim krizine bağlı olarak yaşanan meteorolojik kuraklıklar (iklimsel kuraklık), Türkiye göllerindeki seviye değişimlerini uzun vadede artıracığı ve birçok gölün tamamen kuruyup ortadan kalkacağı görülmektedir. Bu durum, sulak alan ve göl ekosistem bütünlüğünün kaybolması anlamına gelmektedir.

Türkiye'deki göllerin kurumasında gölün yüzölçümü (alansal büyüklüğü), derinliği, beslenme sahası, gölün bulunduğu yerin iklimi (yağış ve sıcaklık rejimi), yükseltisi, yerleşim alanlarına ya da tarım alanlarına yakınlık-uzaklık durumu etkili olduğu yapılan araştırmadan görülmüştür. Bu anlamda Türkiye'deki birçok gölde önemli miktarda seviye değişimlerinin meydana geldiği, bir kısmının ise tamamen kuruduğu görülmüştür. Konya, Burdur, Isparta, Afyonkarahisar ve Sivas gibi karasal iklimlerin görüldüğü yarı kurak sahalarda sulamalı tarım ve yeraltı sularından aşırı yararlanma durumu, bu illerdeki göllerde seviye değişimlerinin yaşanmasına ve göllerin kurumasına neden olmaktadır. Bu nedenle Türkiye'nin ulusal su politikaları, küresel ısınma ve iklim değişikliği ile mücadele kapsamına uyumlu olmalı ve göllerin sürdürülebilir geleceği için su kaynaklarının etkili, verimli ve rasyonel kullanımına yönelik yeni düzenlemelerin ele alınması gerekmektedir. Kurak ve yarı kurak sahalarda sulamalı tarımın kısıtlanması, bölge ekolojisine uygun kuru tarımın tekrar devreye alınması, endüstriyel zirai bitki yetiştiriciliğinin bu bölgelerde azaltılması, yeraltı su kullanımının göllerin yakın çevresinde kullanımının yasaklanması, ruhsatsız su kuyularının tespiti ve gerekli yaptırımların uygulanması gerekmektedir.

Kaynakça

- Adrian, R., O'Reilly, C. M., Zagarese, H., Baines, S. B., Hessen, D. O., Keller, W., Livingstone, D. M., Sommaruga, R., Straile, D., Donk, E. V., Weyhenmeyer, G. A. & Winder, M. (2009). Lakes as Sentinels of Climate Change. *Limnology and Oceanography*, 54(6/2), 2283-2297.
- Akkuş, A. (2007). *Genel Fiziki Coğrafya* (2. Baskı). Ankara: Nobel Yayın Dağıtım.
- Atalay, İ. (2013). *Uygulamalı Klimatoloji* (2.Baskı). İzmir: Meta Basım Matbaacılık.
- Coşkun, D., Azlak, M., Uğurluoğlu, A. & Demir, N (2025). Hydromorphological Status Assessment of Lake Mogan. *COMU Journal of Marine Science and Fisheries*, 8 (1), 64-74.
- Çınar, M. (2024). "Son 60 yılda Türkiye'deki 240 gölden 186'sı kurudu" <https://www.dha.com.tr/foto-galeri/son-60-yilda-turkiyedeki-240-golden-186si-kurudu-2505378/1> (Erişim: 03.12.2025).
- Çiçek, İ. (2016). İklim Değişikliği, Küresel Isınma ve Şehir Isı Adası, İçinde M. Somuncu (Ed.), *Küresel İklim Değişiklikleri ve Etkileri*, Ankara: Türkiye Çevre Vakfı Yayını.
- Çiftçi, E, Günek, H. & Nazik, L. (2021). Natural Environment Characteristics in Seyfe Lake Basin (Kırşehir). *Black Sea Journal of Public and Social Science*, 4(2): 42-53.
- Doğrul, G., & Alkan, M. (2022). İklim Değişikliğinin Su Kaynaklarına Etkisinin Çok Zamanlı Uydu Görüntüleri ile İncelenmesi. *Politeknik Dergisi*, 25(3), 1349-1358.
- Dönmez, S. (2018). Akşehir Gölü'ndeki Su Seviye Çekilmesinin Meteorolojik ve Uydu Verileri ile İncelenmesi. *Gazi Üniversitesi Mühendislik ve Mimarlık Dergisi*, 33(1), 177-188.
- Durgun-Kaygısız, A. (2024). Eğirdir Gölü Havzası ve Olası Kuruma Tehlikesi. *Oğuzhan Sosyal Bilimler Dergisi*, 6(2), 91-99.
- Gleick, P. H. (1993). Water and conflict: Fresh water resources and international security. *International Security*, 18, 79-112.
- Göncü, S., Albek, E.A. & Albek, M. (2017). Burdur, Eğirdir, Sapanca ve Tuz Gölleri Su Seviyelerini İstatistik Yöntemler ile Eğilim Analizi, *Afyon Kocatepe Üniversitesi Fen ve Mühendislik Bilimleri Dergisi*, 17, 555-570.
- Hoşgören, M. Y. (2010). *Hidroğrafya'nın Ana Çizgileri II: Göller* (2. Baskı). İstanbul: Çantay Kitabevi.
- Hoşgören, Y. (1994). Türkiye'nin Gölleri. *Türk Coğrafya Dergisi*, 29, 19-51.
- Görmez, K. (2010). *Çevre Sorunları* (Genişletilmiş 2. Baskı). Ankara: Nobel Yayın Dağıtım.
- Gündüz, T. (2004). *Çevre Sorunları* (3. Baskı). Ankara: Gazi Kitabevi.
- Güney, E. (2004). *Türkiye Hidroğrafyası*. İstanbul: Çantay Kitabevi.
- Güngör, S. (2013). Yitirilmiş Bir Sulak Alan: Kahramanmaraş Gâvur Gölü'nün Öyküsü. *Türk İdare Dergisi*, 477, 303-320.
- Gürer, İ., & Yıldız, F. E. (2008). Türkiye'nin Sulak Alan Politikalarına Genel Bir Bakış: Sultansazlığı Sulak Alanı Örneği. *TMMOB 2. Su Politikaları Kongresi*, 335-344.
- Karadavut, Z. (2025). "Tuz gölü kuraklığın etkisiyle her geçen yıl küçülüyor" <https://www.aa.com.tr/tr/gundem/tuz-golu-kurakligin-etkisiyle-her-gecen-yil-kuculuyor/3580524> (Erişim: 03.12.2025).

- Karataş, A. (2023). Azalan ve Kirlenen Su Kaynaklarına Bir Önlem Olarak Çevre Eğitimi: Brezilya Örneği. *Sosyolojik Düşün*, 8(3), 423-446.
- Keskin, M. E., Taylan, D., & Aslanbaş, T. (2015). Eğirdir ve Burdur Gölleri Su Seviyelerinde Olası Azalma. 4. Su Yapıları Sempozyumu (19-21 Kasım 2015) Bildiriler Kitabı, Antalya.
- Matpay, B. (2022). Akgöl (Özalp-Van) ve çevresinin doğal ortam özellikleri, ekosistem içindeki önemi ve korunması. *Van İnsani ve Sosyal Bilimler Dergisi*, 4, 73-96.
- Ökten, S. (2012). Konya Havzasında Su Yönetimi Konusunda Önemli Duraklar. *Süleyman Demirel Üniversitesi Vizyoner Dergisi*, 3(6), 73-92.
- Özey, R. (2011). *Afetler Coğrafyası* (2.Baskı). İstanbul: Aktif Yayınevi.
- Sandıkçıoğlu, M. & Uzun, A. (2023). Gölbaşı Havzası Turbalıklarının Alansal ve Zamansal Değişimi, Adıyaman/ Türkiye. *Coğrafi Bilimler Dergisi*, 21 (2), 277-305.
- Sener, E., Davraz, A. & Sener, S. (2010). Investigation of Akşehir and Eber Lakes (SW Turkey) Coastline Change with Multitemporal Satellite Images. *Water Resources Management*. 24, 727-745.
- Şahin, C. & Sipahioğlu, Ş. (2007). *Doğal Afetler ve Türkiye* (3. Baskı). Ankara: Gündüz Eğitim ve Yayıncılık.
- Şahin, C. (2002). *Türkiye Fiziki Coğrafyası*. Ankara: Gündüz Eğitim ve Yayıncılık.
- Tarım ve Orman Bakanlığı (2025). “Kuraklık Riski Altındaki Göller İçin Eylem Planları Hazırlanıyor”, <https://www.tarimorman.gov.tr/SYGM/Haber/1316/Kuraklik-Riski-Altindaki-Goller-Icin-Eylem-Planlari-Hazirlaniyor> (Erişim: 03.12.2025).
- Tulan-Işıldar, H., & Yalçiner-Ercoşkun, Ö. (2021). Göller Yöresinde Sürdürülebilirlik ve Dirençlilik. *Journal of Management Theory and Practices Research*, 2(2), 89-116.
- Tuncer, T. & Pınar, A. (2019). Coğrafya Eğitiminde Potansiyel Bir Açık Hava Laboratuvarı: Bolluk Gölü ve Çevresi. *Gelecek Vizyonlar Dergisi*, 3(3), 24-40.
- Türkeş, M. (2008). Küresel İklim Değişikliği Nedir? Temel Kavramlar, Nedenleri, Gözlenen ve Öngörülen Değişiklikler, İklim Değişikliği ve Çevre, 1, 45-64.
- Türkeş, M. (2010). *Klimatoloji ve Meteoroloji*. İstanbul: Kriter Yayınevi.
- Türkeş, M. (2012). Türkiye’de Gözlenen ve Öngörülen İklim Değişikliği, Kuraklık ve Çölleşme. *Ankara Üniversitesi Çevre Bilimleri Dergisi*, 4(2), 1-32.
- Türkeş, M. (2016). Küresel İklim Değişiklikleri ve Başlıca Nedenleri İle Dünyada ve Türkiye’de Gözlenen ve Öngörülen İklim Değişiklikleri ve Değişkenliği, İçinde M. Somuncu (Ed.), *Küresel İklim Değişiklikleri ve Etkileri*, Ankara: Türkiye Çevre Vakfı Yayını.
- Tutak, S. (2025). “Kuraklık riski altındaki 8 göl için “acil eylem planı” hazırlanacak”, <https://www.aa.com.tr/tr/ekonomi/kuraklik-riski-altindaki-8-gol-icin-acil-eylem-planlari-hazirlanacak/3650799> (Erişim: 03.12.2025).
- Usta, A. (2016). Türkiye’nin Su Potansiyelinin Belirlenmesi Üzerine Bir Araştırma. *Küresel Mühendislik Çalışmaları Dergisi*, 3(2), 1-9.
- Uzun, M. (2024). Tersakan ve Bolluk Göllerindeki (Konya) Yıllık ve Aylık Su Yüzeyi Değişimlerinin Uydu Görüntüleri ile Analizi. *Ege Coğrafya Dergisi*, 33(2), 219-243.

- Woolway, R. L., Kraemer, B. M., Lenters, J. D., Merchant, C. J., O'Reilly, C. M. & Sharma, S. (2020). Global Lake Responses to Climate Change. *Nature Reviews Earth & Environment*, 1, 388-403.
- Yao, F., Livneh, B., Rajagopalan, B., Wang, J., Crétau, J.-F., Wada, Y., & Nguyen, M. (2023). Satellites Reveal Widespread Decline in Global Lakewater Storage. *Science*, 380(6646), 743-749.
- Yıldırım, Ü., Erdoğan, S. & Uysal, M. (2011). Changes in the Coastline and Water Level of the Akşehir and Eber Lakes between 1975 and 2009. *Water Resources Management*, 25(3), 941-962.
- Yılmaz, M. (2010). Karapınar Çevresinde Yeraltı Suyu Seviye Değişimlerinin Yaratmış Olduğu Çevre Sorunları. *Ankara Üniversitesi Çevre Bilimleri Dergisi*, 2(2), 145-163.
- Yiğitbaşıoğlu, H. & Uğur, A. (2010). Burdur Gölü Havzasında Arazi Kullanım Özelliklerinden Kaynaklanan Çevre Sorunları. *Ankara Üniversitesi Çevre Bilimleri Dergisi*, 2(2), 129-143.
- Yuan, Y. J., Zeng, G. M., Liang, J., Huang, L., Hua, S. S., Li, F. & He, Y. (2015). Variation of Water Level in Dongting Lake Over a 50-Year Period: Implications for the Impacts of Anthropogenic and Climatic Factors. *Journal of Hydrology*, 525, 450-456.

BÖLÜM 2

TÜRKİYE'DE KADIN İSTİHDAMI VE YENİLENEBİLİR ENERJİ İLİŞKİSİ: SÜRDÜRÜLEBİLİR KALKINMA BAĞLAMINDA TEORİK BİR DEĞERLENDİRME

Aslı TEKİN YAŞAR¹

¹ Ağrı İbrahim Çeçen Üniversitesi Yüksek Lisans Öğrencisi E-mail: Tknasli0404@gmail.com

GİRİŞ

Enerjinin tarihsel gelişimi, insanlığın toplumsal, ekonomik ve teknolojik dönüşümleriyle yakından bağlantılıdır. Tarih öncesi dönemlerde insan gücü, hayvan gücü ve biyokütle gibi düşük yoğunluklu enerji kaynakları temel üretim biçimlerini belirlerken, Sanayi Devrimi ile birlikte kömürün yaygın kullanımı enerji tarihinde dönüm noktası oluşturmuş ve üretim süreçlerinde mekanizasyonu hızlandırmıştır. 20. yüzyılda petrol ve doğal gazın küresel enerji sistemine hâkim olması, ulaşım, sanayi ve kentleşme dinamiklerini kökten değiştirmiştir. Aynı dönemde nükleer enerji stratejik bir alternatif olarak ortaya çıkmıştır (Kapçak, 2023a). 21.yüzyılın en kritik küresel gündemlerinden biri olan iklim değişikliği, yalnızca çevresel değil, aynı zamanda sosyal ve ekonomik boyutlarıyla da ele alınması gereken çok yönlü bir sorun olmuştur (Samut, 2023; Çetintaş ve Aydın, 2022; Tekgün vd., 2025; Avcı vd., 2024; Künü ve Levent, 2023). Bu kapsamda, fosil yakıt temelli enerji sistemlerinden yenilenebilir enerji kaynaklarına geçiş, karbon emisyonlarının azaltılması, enerji güvenliğinin sağlanması ve sürdürülebilir kalkınma hedeflerinin gerçekleştirilmesi açısından stratejik bir zorunluluk haline gelmiştir (Kapçak, 2023b). Ancak enerji dönüşümü yalnızca teknolojik yenilikler ve yatırımlar çerçevesinde değil, toplumsal kapsayıcılık ve cinsiyet eşitliği perspektifinden de değerlendirilmelidir. Çünkü enerjiye erişim, kullanım biçimleri ve enerji sektöründeki istihdam fırsatları toplumsal cinsiyet rolleriyle yakından ilişkilidir (Atay Polat, 2021; Özel, 2023; Özbek, 2023).

Modern ekonomilerin artan enerji talebi, özellikle fosil yakıt temelli üretim yapıları nedeniyle sera gazı emisyonlarını yükselterek ekolojik dengeyi tehdit etmektedir. Bu bağlamda sürdürülebilirlik, enerji sistemlerinin düşük karbonlu, verimli ve yenilenebilir kaynaklara dayalı bir yapıya dönüştürülmesini zorunlu kılmaktadır. Yenilenebilir enerji teknolojilerinin yaygınlaştırılması, enerji verimliliğinin artırılması ve döngüsel ekonomi uygulamalarının güçlendirilmesi, hem çevresel bozulmanın azaltılmasına hem de uzun vadeli enerji arz güvenliğinin sağlanmasına katkıda bulunmaktadır. Dolayısıyla enerji politikalarının sürdürülebilirlik perspektifiyle yeniden tasarlanması, ekonomik kalkınmayı çevresel sorumluluk ve toplumsal refahla uyumlu hale getiren temel bir stratejik gereklilik olarak değerlendirilmektedir (Kapçak, 2024). Bu sürdürülebilir dönüşümün toplumsal boyutu ise özellikle kadın istihdamı açısından kritik önem taşımaktadır. Yeşil ekonomi, dijitalleşme ve enerji verimliliği odaklı yeni sektörlerin ortaya çıkışı kadınların işgücüne katılımını artıracak fırsatlar sunarak sürdürülebilir kalkınmanın sosyal ayağını güçlendirmektedir (Atay Polat, 2021; Çetin ve Kapçak, 2022).

Enerji sistemlerinin dönüşümü, kadınların yaşam kalitesi, ekonomik bağımsızlığı ve sosyal statüsü üzerinde doğrudan etkiler yaratmaktadır. Enerjiye erişim, kadınların eğitim, sağlık, üretkenlik ve toplumsal katılım düzeylerini belirleyen temel bir değişkendir. Özellikle gelişmekte olan ülkelerde enerji yoksulluğu, kadınların günlük yaşamını orantısız biçimde etkilemekte; bu durum, zaman yoksunluğu, sağlık riskleri ve gelir kısıtlılığı gibi çok yönlü sonuçlar doğurmaktadır (Kapçak, 2025). Dünya Bankası (2021) verilerine göre, dünya genelinde 750 milyondan fazla insan hâlen modern enerji hizmetlerine erişememekte ve bu nüfusun büyük çoğunluğunu kırsal bölgelerde yaşayan kadınlar oluşturmaktadır. Kadınların enerjiye erişimde yaşadığı bu yapısal dezavantaj, eğitim, sağlık, istihdam ve girişimcilik olanaklarına katılımını sınırlamaktadır. Dolayısıyla enerji yoksulluğu aynı zamanda toplumsal cinsiyet yoksulluğu haline gelmektedir (Ahlborg & Nightingale, 2018; IEA, 2023; Levent ve Aydın, 2021). Bu bağlamda, yenilenebilir enerji teknolojilerinin yaygınlaştırılması, kadınların üretkenlik düzeyini artıran ve yaşam koşullarını iyileştiren bir dönüşüm gücü olarak değerlendirilmektedir. Güneş enerjisi sistemleri, biyokütle yakıtları ve küçük ölçekli hidroelektrik çözümler, kırsal kadınların zaman tasarrufu yapmasını, gelir getirici faaliyetlere yönelmesini ve sağlık risklerini azaltmasını sağlamaktadır (Oparaocha & Dutta, 2020; Yadav

& Beig, 2022; Özen ve Levent, 2022; Clancy vd., 2020; Pueyo & Maestre, 2019). Ayrıca, enerjiye erişimin artması kadınların ekonomik bağımsızlığını destekleyerek, toplumsal statülerini güçlendirmekte ve cinsiyet eşitliğini pekiştirmektedir (UNDP, 2023; IRENA, 2022). Kadınların yenilenebilir enerji teknolojilerine erişiminin artırılması, hem bireysel refah hem de sürdürülebilir kalkınma hedefleri açısından çarpan etkisi yaratmaktadır (World Bank, 2021; IEA, 2023).

Yenilenebilir enerjiye geçiş yalnızca teknolojik bir yenilenme değil, aynı zamanda derin toplumsal dönüşümleri beraberinde getiren çok boyutlu bir süreçtir. Bu dönüşüm, toplumsal cinsiyet rollerini yeniden tanımlama ve kadınların ekonomik-sosyal konumunu güçlendirme potansiyeline sahiptir. Kadınların enerji sektöründeki rolü de son yıllarda dikkat çekici bir araştırma alanı haline gelmiştir. Uluslararası Yenilenebilir Enerji Ajansı'nın (IRENA) yayımladığı son raporlara göre, dünya genelinde yenilenebilir enerji sektöründe kadınların istihdam oranı yaklaşık %32 seviyesindedir. Bu oran rüzgâr enerjisi gibi belirli alt sektörlerde %21'e kadar gerilemektedir (Allen & Kammen, 2021). Bu bulgular, enerji sektöründe cinsiyet temelli eşitsizliklerin sürdüğünü ve kadınların karar alma pozisyonlarında yeterince temsil edilmediğini göstermektedir. Bununla birlikte, özellikle dağıtık güneş enerjisi sistemleri gibi yeni nesil teknolojiler, kadınların sektöre katılımını artırma ve yerel düzeyde girişimcilik fırsatlarını genişletme potansiyeline sahiptir. Dolayısıyla enerji dönüşümünün yalnızca çevresel değil, aynı zamanda sosyal adalet ve kapsayıcılık ilkeleriyle bütünleşik biçimde yürütülmesi büyük önem taşımaktadır (Kurtuluş, 2025). Yenilenebilir enerjiye geçiş süreci, aynı zamanda kadınların liderlik potansiyelini ortaya çıkarmakta ve toplumsal kalkınmanın hızlanmasına katkıda bulunmaktadır. Kadınlar, yerel düzeyde enerji kooperatiflerinde, girişimcilik projelerinde ve sivil toplum faaliyetlerinde aktif roller üstlenmeye başlamıştır. Bu durum, hem enerji adaletinin hem de katılımcı yönetim anlayışının güçlenmesine katkı sağlamaktadır (Pata, 2023). Özellikle mikro finans sistemleri ve kadın girişimcilik programları, yenilenebilir enerji teknolojilerinin yaygınlaşmasında önemli bir araç olarak kullanılmaktadır.

Akademik literatürde bu ilişki “enerji adaleti, toplumsal cinsiyet eşitliği ve sürdürülebilir kalkınma” üçgeninde incelenmektedir. Jenkins vd., (2018), enerji adaletinin yalnızca enerji arzı ve maliyet paylaşımıyla sınırlı olmadığını, aynı zamanda cinsiyet, sınıf ve bölgesel eşitsizliklerin de dikkate alınması gerektiğini vurgulamaktadır. Benzer şekilde, UN (2023) raporu da, enerji dönüşümünün başarısı için kadınların karar alma süreçlerine aktif katılımının şart olduğunu belirtmektedir. Kadınların yenilenebilir enerjiye erişimi, üretim süreçlerine katılımı ve karar alma mekanizmalarındaki temsil düzeyi, sürdürülebilir kalkınmanın temel göstergelerinden biri haline gelmiştir. Yenilenebilir enerji dönüşümü yalnızca çevresel bir zorunluluk değil; aynı zamanda sosyal adaletin, cinsiyet eşitliğinin ve kapsayıcı kalkınmanın gerçekleşmesi için yapısal bir fırsattır. Bu nedenle enerji politikalarının, toplumsal cinsiyet eşitliğiyle bütünleşik bir perspektifle ele alınması, hem kadınların güçlenmesi hem de düşük karbonlu ekonomik sistemlerin kurulması açısından stratejik öneme sahiptir.

Kadın Emeginin Önemi

Kadın emeği, ekonomik, toplumsal ve kültürel yapılarındaki derin eşitsizlikleri görünür kılması bakımından sosyal bilimlerin en kritik araştırma alanlarından biridir. Tarihsel süreç içinde kadınların üretim süreçlerindeki konumu, yalnızca ekonomik faktörlerle açıklanamayacak kadar çok katmanlı bir yapıya sahiptir. Kadınların hem ücretli hem de ücretsiz emek biçimlerinde karşılaştıkları sorunlar, toplumsal cinsiyet temelli rol dağılımının doğrudan bir sonucudur. Toplumsal cinsiyet kavramı, biyolojik cinsiyet farklılıklarının ötesinde toplumun kadınlara ve erkeklere yüklediği normatif rollerin, beklentilerin ve davranış kalıplarının bütününe ifade etmekte; bu roller tarih boyunca kadın emeğini ikincilleştiren bir yapı üretmiştir (Levent ve Aydın, 2021; Levent vd., 2018).

Tarihsel olarak kadınlar üretim süreçlerinin ayrılmaz bir parçası olmasına rağmen, kapitalist ekonomik yapı içinde ev içi bakım, duygusal destek ve yeniden üretim faaliyetleri “doğal kadın görevi” olarak nitelendirilmiş; bu nedenle ekonomik değer taşımadığı iddia edilerek görünmezleştirilmiştir. Feminist ekonomi literatürü, özellikle 1970’lerden itibaren, geleneksel iktisat anlayışının bu görünmezliği sistematik olarak yeniden ürettiğini vurgulamaktadır (Folbre, 1994; Waring, 1988). Günümüzde kadınlar işgücü piyasasına her zamankinden daha fazla katılıyor olmasına rağmen, ücret eşitsizliği, dikey ve yatay mesleki ayrışma, iş-aile sorumluluklarının uyumsuzluğu, kayıt dışı çalışma ve bakım yükü gibi engeller kadın emeğinin değerini düşürmeye devam etmektedir. Birçok ülkede kadınların işgücüne katılım oranı artmış olsa da bu artış nitelikle ve statüyle paralel ilerlememektedir. Özellikle düşük ücretli, güvencesiz ve esnek çalışma modelleri kadın emeğinin yoğunlaştığı alanlar hâline gelmiştir (Sırım vd., 2021).

Kadın emeğinin ekonomik ve toplumsal yapılar içindeki konumunu anlamak, yalnızca kadınların çalışma koşullarını değerlendirmek anlamına gelmemektedir. Aynı zamanda toplumsal cinsiyet eşitsizliğinin nasıl yeniden üretildiğini, hangi politika alanlarında müdahale gerektiğini ve sürdürülebilir kalkınmanın neden toplumsal cinsiyet boyutunu dikkate almak zorunda olduğunu da ortaya koymaktadır. Birleşmiş Milletler’in Sürdürülebilir Kalkınma Hedefleri (SDG 5 ve SDG 8), kadın emeğinin güçlendirilmesini ekonomik ve sosyal kalkınmanın ön koşulu olarak tanımlamaktadır (Monha vd., 2024).

Türkiye bağlamında kadın emeği, hem ekonomik göstergeler hem de sosyo-kültürel dinamikler açısından çok boyutlu bir incelemeyi gerekli kılmaktadır. Türkiye’de kadınların işgücüne katılım oranı son yıllarda yükseliş gösterse de hâlen OECD ortalamasının oldukça altındadır. Bunun temel nedenleri arasında bakım hizmetlerinin kurumsallaşmaması, toplumsal cinsiyet temelli rol dağılımı, bölgesel eşitsizlikler, kayıt dışılık ve kadınların ücretsiz aile işçisi olarak tarımda yoğunlaşması bulunmaktadır (TÜİK, 2023; World Bank, 2022). Özellikle kırsal bölgelerde kadınların ekonomik faaliyete katılımı çoğu zaman hane içi rollerle bütünleşmiş bir yapıda gerçekleşmekte ve ücretli-ücretsiz emek ayrımı daha da belirsizleşmektedir.

Tarihsel Açıdan Kadın Emeği

Kadın emeği, tarih boyunca ekonomik ve toplumsal yapıların temel belirleyicilerinden biri olmasına rağmen uzun süre görünmez, ikincil ve değersiz kabul edilen bir konumda kalmıştır. Tarım toplumlarında kadınlar üretimin ayrılmaz bir parçası olmasına rağmen bu emek genellikle “aile içi doğal görev” olarak tanımlanmış ve ekonomik değer taşıyan bir faaliyet olarak görülmemiştir. Sanayi Devrimi ile birlikte kadınlar ilk kez geniş ölçekli ücretli işgücüne katılmış; ancak düşük ücret, uzun çalışma saatleri ve güvencesizlik kadın emeğinin kapitalist üretim ilişkilerindeki kırılgan konumunu sürdürmüştür. Osmanlı’dan Cumhuriyet’e uzanan süreçte de kadın emeği çoğunlukla ücretsiz aile işçiliği, ev içi üretim ve hizmet ağırlıklı roller etrafında şekillenmiş; modernleşme politikaları ise kadınların eğitim, istihdam ve kamusal alandaki görünürlüğü artırarak işgücüne katılımı yeni olanaklar yaratmıştır. Dolayısıyla tarihsel perspektif, kadın emeğinin yalnızca ekonomik bir unsur değil; aynı zamanda toplumsal cinsiyet rejimleri, kültürel normlar ve kurumsal yapıların belirlediği çok boyutlu bir olgu olduğunu göstermektedir (Monha vd., 2024).

Sanayi Devrimi’nde Kadın İstihdamı

18. yüzyılın ikinci yarısından itibaren İngiltere’de başlayan ve kısa sürede Avrupa ile Kuzey Amerika’ya yayılan Sanayi Devrimi, üretim süreçlerinde köklü bir dönüşüm yaratmış; bu dönüşüm kadın emeğinin niteliğini, görünürlüğü ve toplumsal konumunu radikal biçimde değiştirmiştir. Tarım ve ev içi üretime dayalı geleneksel ekonomik yapılarda kadınlar çoğunlukla görünmez, kayıt dışı ve hane içi rollerle sınırlıyken, sanayileşme ile birlikte kadınlar kitlesel olarak fabrikalarda ücretli işgücüne katılmaya başlamıştır. Özellikle tekstil, dokuma,

giyim, seramik ve gıda sanayi gibi emek yoğun sektörlerde kadın istihdamı hızla artmış; düşük ücret, uzun çalışma saatleri, sağlıksız çalışma koşulları ve iş güvenliği eksikliği sanayi devriminin kadın çalışanlar üzerindeki belirleyici özellikleri olmuştur. Literatürde kadınların erkeklere kıyasla daha düşük ücretle çalıştırılmasının kapitalist emek rejiminde “esnek ve ucuz işgücü” olarak konumlandırılmalarına yol açtığı; çocuk işçiliğiyle birlikte kadın emeğinin sanayi kapitalizminin erken döneminde temel birikim unsuru hâline geldiği vurgulanmaktadır. Bu süreç aynı zamanda feminist ekonomi ve toplumsal cinsiyet teorilerinin tartışma alanını genişletmiş; ücret eşitsizliği, bakım emeğinin görünmezliği ve kadınların işgücü piyasasındaki yapısal dezavantajlarının temelleri bu dönemde kurumsallaşmıştır (Levent ve Aydın, 2021; Kapçak, 2023c).

Osmanlı Döneminde Kadın İstihdamı

Osmanlı toplumunda kadın emeği büyük ölçüde geleneksel üretim biçimleri, aile ekonomisi ve lonca sistemi içinde şekillenmiş; kadınlar ev içi üretim, tarımsal faaliyetler, dokuma, halıcılık, nakış, süt ürünleri üretimi ve küçük ölçekli perakende gibi alanlarda yoğunlaşmıştır. Osmanlı iktisadi düzeninde üretim çoğunlukla hane temellidir. Bu çerçevede kadın emeği yaygın olmakla birlikte “ücretsiz aile işçiliği” niteliği nedeniyle büyük oranda görünmezdir. Kadınların loncalara tam üyelik hakkı bulunmamakla birlikte “bacıyan-ı rum” gibi kadın yapılanmaları aracılığıyla belirli zanaat alanlarında yer aldıkları bilinmektedir. 19. yüzyılın modernleşme çabalarıyla birlikte kadınların kamusal alana çıkışı sınırlı biçimde artmış; özellikle Tanzimat sonrası dönemde kadınlar eğitim, hemşirelik, terzi, matbaa işçiliği ve öğretmenlik gibi alanlarda ücretli işgücüne daha görünür şekilde katılmaya başlamıştır. Bununla birlikte Osmanlı’da kadın istihdamı büyük ölçüde sınıf, bölge ve etnik köken temelli farklılıklar göstermiş; kentli, eğitilmiş ve orta sınıf kadınlar kamusal işlere daha fazla yönelirken kırsal kesimde kadın emeği tarımsal üretimin ayrılmaz bir parçası olarak varlığını sürdürmüştür. Osmanlı’nın son döneminde savaşlar ve demografik kayıplar kadın işgücünün önemini artırmış; I. Dünya Savaşı ve Balkan Savaşları sırasında kadınlar ulaşım, telekomünikasyon ve fabrika işçiliği gibi erkek egemen alanlara geçici olarak dahil olmuştur (Zihnioğlu, 2003).

Cumhuriyet Döneminde Kadın İstihdamı

1923 sonrasında Türkiye Cumhuriyeti’nin modernleşme ve kalkınma politikaları, kadınların ekonomik hayata katılımını artırmayı amaçlayan hukuki, kurumsal ve toplumsal dönüşümlerle desteklenmiştir. Medeni Kanun’un kabulü, eğitimde fırsat eşitliği, mesleki okulların açılması ve kadınlara seçme-seçilme hakkının tanınması kadınların işgücüne katılımını güçlendiren önemli adımlar olmuştur. Erken Cumhuriyet döneminde devletçi sanayileşme politikalarıyla tekstil fabrikaları, şeker fabrikaları ve kamu iktisadi teşebbüslerinde kadın istihdamı artmış; öğretmenlik, hemşirelik, büro işçiliği ve kamu hizmetleri kadınların yoğunlaştığı meslekler hâline gelmiştir. 1950’lerden itibaren tarımdan kopuş, kentleşme ve hizmet sektörünün genişlemesi kadın istihdamının yapısal dönüşümünü hızlandırmış; ancak toplumsal cinsiyet rolleri ve bakım yükünün büyük ölçüde kadınlar üzerinde kalması kadınların işgücüne katılım oranını sınırlamaya devam etmiştir. 1980 sonrası neoliberal dönüşüm, esnek ve kayıt dışı istihdam biçimlerini yaygınlaştırmış; kadınlar düşük ücretli, güvencesiz ve ev eksenli işlerde yoğunlaşmıştır. 2000’li yıllarda eğitim düzeyinin yükselmesi, kentleşmenin hızlanması ve politika destekleri kadın istihdamında artış sağlasa da Türkiye hâlen OECD ülkeleri arasında en düşük kadın işgücüne katılım oranına sahip ülkelerden biridir. Bununla birlikte STEM alanları, yenilenebilir enerji, teknoloji ve girişimcilik gibi modern sektörlerde kadınların temsili yavaş fakat artış eğilimlidir. Cumhuriyet dönemi genel olarak kadınların hukuki ve kamusal statüsünün güçlendiği, ancak işgücüne katılımın toplumsal cinsiyet normları ve yapısal engeller nedeniyle sınırlı ilerlediği bir süreç olarak değerlendirilebilir (Dedeoğlu, 2018).

Türkiye’de Kadınların Sektörel Dağılımı

Türkiye’de kadınların sektörel dağılımı, ekonomik yapının zaman içinde geçirdiği dönüşümü ve toplumsal cinsiyet rollerinin işgücü piyasasına yansımalarını açık biçimde göstermektedir. Geleneksel olarak kadın emeği uzun yıllar tarım ve ev içi üretimle bütünleşmişken, kentleşme, eğitim düzeyindeki artış ve hizmet sektörünün genişlemesi kadınların çalışma yaşamındaki konumunu önemli ölçüde değiştirmiştir. Günümüzde kadınlar özellikle eğitim, sağlık, perakende, büro hizmetleri, sosyal hizmetler ve bakım alanlarında yoğunlaşmakta; sanayi ve teknik iş kolları ise daha sınırlı kadın temsiline sahip olmaya devam etmektedir. Bu dağılım, bir yandan kadınların ekonomik hayata katılımında yeni fırsatlar yaratan yapısal dönüşümleri gösterirken diğer yandan işgücü piyasasında mesleki ayrışmanın ve toplumsal cinsiyet rollerinin etkisinin sürdüğüne işaret etmektedir. Kadın emeğinin hizmet ağırlıklı sektörlerle yönelmesi, Türkiye’de kadınların çalışma yaşamında daha görünür hale geldiğini ancak eşitlikçi bir sektörel dağılımın hâlen tam anlamıyla sağlanamadığını ortaya koymaktadır. Tablo 1’de Türkiye’de kadın istihdamının sektörel dağılımı (tarım, sanayi, hizmet) oransal olarak gösterilmiştir.

Tablo 1: Türkiye’de Kadın İstihdamının Sektörel Dağılımı

Yıl	Tarım (%)	Sanayi (%)	Hizmetler (%)
2000	60-61	13	26
2001	58	13-14	28-29
2002	55	14	31
2003	52	14-15	33-34
2004	50	15	35
2005	46-47	16	37
2006	44	16-17	38-39
2007	42	17	40-41
2008	40	18	41-42
2009	38	18	44
2010	36-37	19	44-45
2011	34	19	47
2012	32	20	48
2013	30	20	50
2014	28	21	51
2015	26-27	21	52-53
2016	25	21-22	53-54
2017	24	22	54
2018	23	22	55
2019	22	22	56
2020	21	22	57
2021	20	22-23	57-58
2022	19-20	23	57-58
2023	18-19	23-24	58-59

Kaynak: TÜİK, 2024

Tablo 1 değerlendirildiğinde 2000-2023 dönemi Türkiye’de kadın istihdamının sektörel yapısında belirgin bir yapısal dönüşüme işaret etmektedir. Dönemin başında kadınların yaklaşık yüzde 60’ının tarım sektöründe yer aldığı görülürken, yıllar içinde tarımın kadın istihdamındaki

payı düzenli ve keskin biçimde azalmış, 2023 yılı itibarıyla yüzde 18-19 aralığına kadar gerilemiştir. Bu düşüş, kırsal alanlardan kentlere göçün hızlanması, eğitim seviyesindeki artış, ücretsiz aile işçiliğinin çözülmesi ve tarımın giderek daha az istihdam yaratması gibi faktörlerin birleşik etkisinin bir sonucudur. Tarımdaki çözülmeye karşın sanayi sektörü kadın istihdamı açısından sınırlı bir çekim alanı sunmuş; 2000’li yılların başında yüzde 13-14 düzeyindeki sanayi payı 2023 yılında ancak yüzde 23-24 aralığına ulaşmıştır. Bu durum, Türkiye’de sanayileşmenin kadın emeği açısından istikrarlı fakat düşük yoğunluklu bir emilim kapasitesine sahip olduğunu göstermektedir. Söz konusu dönemin en dikkat çekici eğilimi ise kadın istihdamında hizmetler sektörünün belirgin biçimde yükselişidir. 2000 yılında yalnızca yüzde 26 olan hizmetlerdeki kadın istihdam payı, kentleşmenin hızlanması, eğitilmiş kadın sayısının artması, sağlık, eğitim, perakende ve bakım hizmetleri gibi kadın yoğun alanların genişlemesi ve esnek çalışma biçimlerinin yaygınlaşmasıyla birlikte sürekli artmış; 2023 yılına gelindiğinde yüzde 58-59 düzeyine ulaşmıştır. Hizmetlerin kadın istihdamının temel taşıyıcı sektörü hâline gelmesi, Türkiye’de çalışma yaşamının kentsel, hizmet odaklı ve toplumsal cinsiyet rollerine duyarlı bir nitelik kazandığını göstermektedir. Ayrıca pandemi sonrası dönemde (2020-2023) dijitalleşme, uzaktan çalışma ve bakım ekonomisindeki genişleme kadınların hizmet sektörüne yönelimini daha da güçlendirmiştir. Bu bütünsel eğilim, Türkiye’de kadın istihdamının tarımsal ağırlıktan koparak hizmet ekonomisine doğru kalıcı bir biçimde yeniden konumlandığını ortaya koymaktadır.

Türkiye’de Kadın ve Yenilenebilir Enerji

Türkiye’nin enerji sektörü, 2000’li yıllardan itibaren önemli bir dönüşüm sürecine girmiştir. Yenilenebilir enerji yatırımlarının artması, özel sektörün ve yerel yönetimlerin sürece katılımını güçlendirmiştir. Türkiye’de yenilenebilir enerji dönüşümü, yalnızca enerji arz güvenliğini güçlendirme veya karbon emisyonlarını azaltma hedefleriyle sınırlı olmayan; aynı zamanda toplumsal kalkınmayı, istihdam yapısını ve cinsiyet eşitliğini dönüştürme potansiyeline sahip çok boyutlu bir süreçtir. Toplumsal cinsiyet perspektifinden bakıldığında, enerji sektörünün geleneksel olarak erkek egemen bir yapıya sahip olduğu ve kadınların bu alanda gerek karar alma mekanizmalarında gerekse teknik pozisyonlarda düşük oranda temsil edildiği görülmektedir (UN Women, 2022). Türkiye’de enerji sektöründeki kadın istihdam oranı genel olarak %20’nin altında seyrederken, yenilenebilir enerji sektöründe bu oran küresel ortalamaya benzer biçimde yaklaşık %30 civarındadır (IRENA, 2024). Ancak bu oranın büyük bölümü idari veya iletişimsel görevlerde yoğunlaşmakta, teknik ve liderlik pozisyonlarında kadın temsiliyetinin sınırlı olduğu gözlemlenmektedir. Türkiye’de enerji politikalarının toplumsal cinsiyet perspektifinden değerlendirilmesi hâlâ sınırlı olsa da, bazı olumlu adımlar atılmaktadır. 2022 yılında yayımlanan *Türkiye Enerji Verimliliği Strateji Belgesi* ile enerji sektöründe kadın istihdamının teşvik edilmesi hedeflenmiştir. Ayrıca, Birleşmiş Milletler Kalkınma Programı (UNDP) ve Enerji Bakanlığı iş birliğiyle yürütülen “Kadın ve Enerji” temalı eğitim programları, sektörde farkındalığı artırmaktadır.

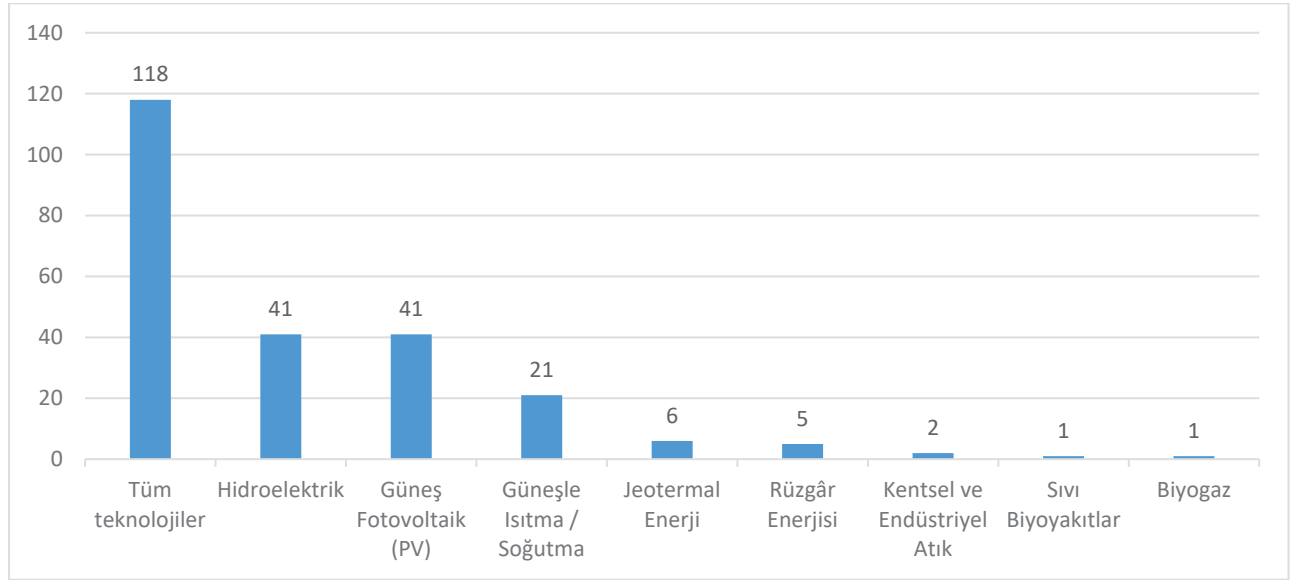
Bununla birlikte, son yıllarda Türkiye’de kadınların yenilenebilir enerji alanındaki girişimcilik faaliyetlerinde dikkat çekici artış gözlenmektedir. Özellikle güneş enerjisi kooperatifleri ve mikro finans destekli projeler, kadınların yerel düzeyde enerji üretimi ve yönetiminde aktif rol almalarına olanak sağlamaktadır (Pata, 2023). Ege ve İç Anadolu bölgelerinde yürütülen bazı projelerde, kadınların güneş panelleri kurulumu ve işletmesinde eğitim alarak gelir elde ettikleri rapor edilmiştir. Bu durum, yenilenebilir enerji yatırımlarının aynı zamanda kadınların ekonomik güçlenmesi için bir fırsat yarattığını göstermektedir.

Türkiye’de kadın ve yenilenebilir enerji ilişkisi, toplumsal, ekonomik ve kültürel dinamiklerin kesişiminde şekillenmektedir. Kadınların enerji sektöründeki görünürlüğü, yalnızca istihdam oranlarıyla değil; aynı zamanda eğitim düzeyi, teknolojiye erişim ve karar alma süreçlerine katılım gibi çok boyutlu göstergelerle değerlendirilmelidir (Öztürk & Karakaya, 2021; IRENA,

2022). Kadınların mühendislik, enerji yönetimi ve çevre politikası alanlarında temsiline artırılması, sürdürülebilir enerji dönüşümünün toplumsal tabanını güçlendirecek ve enerji politikalarının daha kapsayıcı hale gelmesine katkı sağlayacaktır (UN, 2023; Jenkins vd., 2018).

Ayrıca yenilenebilir enerji alanındaki yatırımların yerel düzeyde kadın odaklı projelerle bütünleştirilmesi, kırsal kalkınma ve enerji demokrasisi açısından önemli bir strateji olabilir. Türkiye’de özellikle güneş enerjisi ve biyokütle temelli projelerde kadınların yerel düzeyde üretim, işletme ve kooperatifleşme süreçlerine dâhil edilmesi, ekonomik bağımsızlık ve toplumsal katılım açısından yeni fırsatlar yaratmaktadır (Pata, 2023; Yadav & Beig, 2022). Kadınların enerji kooperatifleri, mikro finans destekli girişimler ve sivil toplum kuruluşları aracılığıyla enerji dönüşüm sürecine katılımı, “adaletli enerji geçişi” kavramının somutlaşmasını sağlamaktadır (Jenkins vd., 2021; IEA, 2023). Şekil 1’de Türkiye’de yenilenebilir enerji sektöründe toplam istihdam sayısı gösterilmiştir.

Şekil 1: Türkiye’de Yenilenebilir Enerji Sektöründe Toplam İstihdam (2023, Bin)



Kaynak: İRENA, 2025

Şekil 1 değerlendirildiğinde Türkiye’de yenilenebilir enerji sektöründeki toplam istihdamın teknoloji türlerine göre son derece dengesiz bir yapıya sahip olduğunu göstermektedir; toplam 118 birimlik istihdamın yaklaşık üçte ikisi hidroelektrik (41) ve güneş fotovoltaik (41) teknolojilerinde yoğunlaşırken, güneşle ısıtma/soğutma (21) daha sınırlı ama yine de anlamlı bir paya sahiptir. Buna karşın jeotermal enerji (6), rüzgâr enerjisi (5), kentsel ve endüstriyel atık (2), sıvı biyoyakıtlar (1) ve biyogaz (1) gibi alt alanlarda istihdam düzeyleri oldukça düşüktür; bu durum, Türkiye’nin yenilenebilir enerji istihdam yapısının henüz teknolojik çeşitlilikten uzak olduğunu, yatırımların ve iş gücü talebinin belirli teknolojilerde yoğunlaştığını göstermektedir. Dolayısıyla grafik, yenilenebilir enerji istihdamının büyük ölçüde geleneksel ve olgunlaşmış sektörlerde (HES ve PV) toplandığını, yenilikçi ve stratejik öneme sahip diğer teknolojilerin ise istihdam yaratma kapasitesi yönünden yeterince gelişmediğini ortaya koymakta; Türkiye’nin yenilenebilir enerji dönüşümünde teknoloji tabanlı çeşitlenme, kapasite artırımı ve nitelikli işgücü geliştirme politikalarına ihtiyaç duyulduğunu akademik bir çerçevede göstermektedir.

Türkiye enerji sektöründe kadın istihdamına ilişkin kamuya açık, düzenli ve bütüncül bir yıllık veri seti bulunmamakla birlikte, mevcut göstergeler sektördeki kadın temsiliyetinin düşük fakat artış eğilimli bir yapıda seyrettiğini göstermektedir. ILOSTAT ve TÜİK temelli verilerine göre, kadın istihdam oranının 2011 yılında yaklaşık %5,75 seviyesinde iken 2020 yılında %9,2; genel enerji sektöründe %22; yenilenebilir enerji sektöründe ise toplam kadın istihdamı %15 olduğunu göstermektedir. Bu durum enerji sektörünün teknik ve operasyonel alanlarında kadın katılımının yapısal olarak sınırlı olsa da zaman içinde kademeli bir iyileşme sergilediğine işaret etmektedir (TÜİK, 2024).

Literatür Taraması

Tablo 2 genel olarak yenilenebilir enerji (YE) yatırımlarının ve tüketiminin istihdam üzerindeki etkisini inceleyen hem Türkiye odaklı hem de uluslararası çalışmaları kapsamaktadır. Bulguların büyük çoğunluğu, yenilenebilir enerji yatırımlarının kısa ve uzun dönemde istihdam üzerinde pozitif, anlamlı ve çoğu zaman nedensel bir etkiye sahip olduğunu göstermektedir. Türkiye literatürü, çoğunlukla ARDL, VECM ve panel veri yaklaşımlarını kullanarak yenilenebilir enerji tüketimi, üretimi ve kurulu gücündeki artışın istihdamı artırdığını ve işsizliği azalttığını ortaya koymaktadır. Özellikle Karaca vd., (2017) çalışmaları, biyokütlenin istihdam yaratma kapasitesinin diğer kaynaklara göre daha yüksek olduğunu göstererek kaynak bazlı farklılıkları vurgulamaktadır. Ayrıca Turgut (2019), Gülmez & Yalçınkaya (2016) ve Şengül & Şit (2018) gibi zaman serisi çalışmaları, yenilenebilir enerji tüketiminden istihdama doğru tek yönlü nedenselliğin bulunduğunu ve uzun dönemde pozitif ilişkiyi desteklemektedir.

Uluslararası literatür ise daha geniş bir metodolojik yelpaze sunmakta olup girdi-çıktı analizlerinden dinamik panel modellere kadar farklı araçlarla istihdam etkilerini açıklamaktadır. Avrupa Birliği örneğinde yapılan çalışmalar (Azretbergenova vd., Cagetti & De Masi, Pablo-Romero & Pozo-Barajas, Pereira & Silva) yenilenebilir enerji yatırımlarının bölgesel ve ulusal düzeyde istihdam artırıcı bir unsur olduğunu tutarlı şekilde göstermektedir. Yi (2013) ve Menz & Vachon (2006) gibi ABD çalışmaları ise politika teşviklerinin yerel istihdam yaratımında kritik bir rol oynadığı bulunmuştur. Marin & Vona (2021) ile Cammeraat (2021) gibi teknoloji ve bölgesel çarpan odaklı çalışmalar, yenilenebilir enerji yatırımlarının özellikle yenilikçi ve teknoloji yoğun bölgelerde güçlü istihdam etkileri yarattığını ve kaynak türlerine göre çarpan değerlerinin değiştiğini göstermektedir. Genel olarak tablo, yenilenebilir enerjinin ekonomik dönüşüm sürecinde istihdam dostu bir politika alanı olduğunu ve hem gelişmiş hem gelişmekte olan ülkelerde işgücü piyasasını olumlu yönde etkilediğini açık bir biçimde ortaya koymaktadır.

Tablo 2. Literatür Özeti

Yazar - Yıl	Veri / Kapsam	Yöntem	Bulgular
Karaca vd., (2017)	Türkiye’de 50 MW örnek kapasite	COPRAS (ÇKKV)	Biyokütle en yüksek istihdamı yaratır
Turgut (2019)	Türkiye, 1985-2017	Johansen, ARDL, VECM	Uzun dönem pozitif ilişki; RE → istihdam
Korkmaz & Develi (2020)	Türkiye, 1990-2018	ARDL, ECM	Uzun dönemde pozitif ve anlamlı etki
Yıldız (2021)	26 TR Bölgesi, 2004-2019	Sabit etkiler, FMOLS	RE kapasitesi bölgesel istihdamı artırır
Çetin & Ecevit (2022)	Türkiye paneli, 2006-2020	Panel ARDL, D-H nedensellik	Güneş yatırımları imalat istihdamını artırır
Gülmez & Yalçinkaya (2016)	Türkiye, 1980-2014	Johansen, VECM	RE → istihdam pozitif nedensellik
Şengül & Şit (2018)	Türkiye, 1990-2016	ARDL	RE tüketimi istihdamı artırır, işsizliği azaltır
Azretbergenova vd., (2021)	27 AB ülkesi, 2006-2019	Panel ARDL	Uzun dönemde pozitif etki
Lehr vd. (2008)	Almanya girdi-çıktı verileri	Girdi-çıktı analizi	Doğrudan ve dolaylı istihdam yüksek
Cagetti & De Masi (2020)	Avrupa bölgesel verisi	Panel regresyon	RE yatırımları istihdamı artırır
Yi (2013)	ABD eyalet verisi	Panel regresyon	Politika teşvikleri istihdamı artırır
Marin & Vona (2021)	Avrupa patent + işgücü verisi	Panel veri	Teknoloji yoğun bölgelerde istihdam artar
Cammeraat (2021)	Avrupa bölgesel veri seti	Yerel çarpan analizi	Güneş enerjisi istihdam çarpanı daha yüksek
Kassem (2018)	Akdeniz ülkeleri, 1995-2015	Nedensellik testi	Çift yönlü nedensellik
Pablo-Romero & Pozo-Barajas (2020)	60+ çalışma	Sistemik inceleme	Genel olarak pozitif ilişki
Menz & Vachon (2006)	ABD eyalet verisi	Panel analiz	Teşvikler istihdam yaratır
Kahouli (2021)	1990-2018 panel verisi	FMOLS, DOLS	RE istihdamı ve çevreyi iyileştirir
Pereira & Silva (2017)	AB, 1995-2014	Dinamik panel	Kısa dönem istihdam çarpanı yüksektir

Sonuç ve Değerlendirme

Bu çalışma, Türkiye’de kadın emeğinin sektörel yapısı ile yenilenebilir enerji dönüşümünün toplumsal cinsiyet boyutunu bütüncül biçimde ele alarak, kadın istihdamının hem ekonomik hem de sosyal kalkınma açısından kritik bir bileşen olduğunu ortaya koymuştur. 2000-2023 dönemine ilişkin veriler, kadın istihdamının tarımdan hizmetlere doğru yapısal bir kayma yaşadığını göstermektedir. Tarım sektörünün kadın istihdamındaki payı yaklaşık yüzde 60’tan yüzde 18-19 düzeyine gerilerken, hizmetler sektörünün payı aynı dönemde yüzde 26’dan yüzde 58-59’a yükselmiştir. Bu dönüşüm, kentleşmenin hızlanması, toplumsal cinsiyet temelli rol değişimleri, eğitim seviyesindeki artış ve ücretsiz aile işçiliğinin çözülmesi gibi faktörlerin bileşimiyle açıklanabilir. Sanayi sektörünün kadın istihdamındaki sınırlı payı, Türkiye’de üretim yapısının ve işgücü piyasasının cinsiyete duyarlı bir dönüşüme ihtiyaç duyduğunu göstermekte; dikey ve yatay ayrışmanın hâlen devam ettiğini ortaya koymaktadır. Bu bulgular, feminist iktisat literatürünün kadın emeğinin görünmezleşmesi, değersizleştirilmesi ve toplumsal cinsiyet temelli iş bölümünün yeniden üretimi üzerine yaptığı eleştirilerle uyumludur.

Yenilenebilir enerji sektörü perspektifinden bakıldığında, çalışma kadınların enerji dönüşümündeki konumunun hem fırsatlar hem de sınırlılıklar içerdiğini göstermiştir. Literatür, yenilenebilir enerji yatırımlarının istihdam yaratma potansiyeline sahip olduğunu ve özellikle biyokütle, güneş enerjisi ve yerel enerji kooperatifleri gibi alanlarda kadınların ekonomik olarak güçlenebileceğini vurgulamaktadır. Türkiye’de yenilenebilir enerji sektöründe kadınların toplam istihdam oranı küresel eğilimlerle paralel biçimde artsa da, kadınlar çoğunlukla idari ve iletişimsel pozisyonlarda yoğunlaşmakta; teknik ve karar alma mekanizmalarındaki temsil düzeyi sınırlı kalmaktadır. Bununla birlikte, mikro finansman destekleri, yerel kooperatifler ve eğitim programları aracılığıyla kadınların yenilenebilir enerji girişimciliğine katılımının artması, enerji adaleti, toplumsal cinsiyet eşitliği ve sürdürülebilir kalkınma hedefleriyle uyumlu önemli bir fırsat alanı sunmaktadır. Bu bağlamda çalışma, yenilenebilir enerji politikalarının yalnızca teknolojik ve çevresel dönüşüm hedeflerine değil, aynı zamanda toplumsal cinsiyet eşitliğine dayalı kapsayıcı kalkınma hedeflerine entegre edilmesi gerektiğini vurgulamaktadır.

Sonuç olarak, Türkiye’de kadın emeği ile yenilenebilir enerji arasındaki ilişki, sürdürülebilir kalkınma politikalarının toplumsal boyutuna işaret eden stratejik bir kesişim noktasına sahiptir. Enerji yoksulluğunun kadınları orantısız biçimde etkilediği ve enerjiye erişimin kadınların sosyal statüsü, eğitim düzeyi ve ekonomik katılımı üzerinde belirleyici olduğu dikkate alındığında, yenilenebilir enerji yatırımları aynı zamanda toplumsal cinsiyet eşitliğini güçlendiren bir politika aracına dönüşmektedir. Literatürün ortak bulguları, enerji dönüşümünün kadınların yaşam kalitesi, ekonomik bağımsızlığı ve toplumsal katılımı üzerinde çarpan etkisi yarattığını göstermektedir. Bu nedenle politika yapıcılar için en kritik öneri, kadınların enerji sektöründeki görünürlüğünü artıran, bakım yükünü hafifleten, teknik eğitim ve girişimcilik programlarını güçlendiren ve karar alma süreçlerinde kadın temsiliyi genişleten bütüncül bir yaklaşımın benimsenmesidir. Böyle bir yaklaşım, Türkiye’nin düşük karbonlu ekonomik dönüşümünü hızlandıracağı gibi toplumsal cinsiyet eşitliğini güçlendirerek sürdürülebilir kalkınma hedeflerinin daha etkin bir şekilde gerçekleştirilmesine katkı sağlayacaktır.

Kaynakça

- Ahlborg, H., & Nightingale, A. J. (2018). Theorizing power in political ecology: The where of energy for development. *Energy Research & Social Science*, 38, 113–123. <https://doi.org/10.1016/j.erss.2018.01.008>
- Allen, M., & Kammen, D. M. (2021). Gender equity in renewable energy sectors. *Energy Research & Social Science*, 77, 102097. <https://doi.org/10.1016/j.erss.2021.102097>
- Atay Polat, M. (2021). Cinsiyete göre eğitim düzeyi ve yenilenebilir enerjinin çevre kalitesi üzerindeki rolü: Yüksek gelirli ülkeler için panel VAR analizi. *Dumlupınar Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi*, 69, 1–23.
- Avcı, P., Sarıgül, S. S., Karataşer, B., Çetin, M., & Aslan, A. (2024). Analysis of the relationship between tourism, green technological innovation and environmental quality in the top 15 most visited countries: Evidence from method of moments quantile regression. *Clean Technologies and Environmental Policy*, 26(7), 2337–2355.
- Azretbergenova, G., Yessekina, B., & Khudaibergenova, A. (2021). Impact of renewable energy on employment. *Journal of Environmental Management*, 289, 112498.
- Azretbergenova, G., Yessekina, B., & Khudaibergenova, A. (2021). Impact of renewable energy on employment. *Journal of Environmental Management*, 289, 112498.
- Cagetti, M., & De Masi, F. (2020). Renewable energy, employment and structural change. *Structural Change and Economic Dynamics*, 55, 20–33.
- Cammeraat, E. (2021). The employment effects of renewable energy investments: Local multiplier evidence from Europe. *Energy Economics*, 95, 105124.
- Clancy, J., Mohlakoana, N., & Winther, T. (2020). Gender equity in access to modern energy services. *Energy Research & Social Science*, 68, 101530. <https://doi.org/10.1016/j.erss.2020.101530>
- Çetin, M. ve Kapçak, S. (2022). Türkiye ekonomisinde ayrılamayan/yenilenemeyen enerji tüketiminin ekonomik olarak sürdürülebilmesi: saklı bütünlük yaklaşımı. *Balkan ve Yakındoğu Sosyal Bilimler Dergisi*, 8, 146-151.
- Çetin, R., & Ecevit, E. (2022). Güneş enerjisi yatırımlarının Türkiye’de istihdama etkisi: Panel ARDL yaklaşımı. *Enerji Çalışmaları Dergisi*, 3(1), 55–72.
- Çetintaş, Y., & Aydın, C. (2022). Yenilenebilir enerji bağlamında çevre ve ekonomik büyüme ilişkisi: OECD ülkeleri örneği. *Yönetim ve Ekonomi Araştırmaları Dergisi*, 20(1), 292–312.
- Dedeoğlu, S. (2018). *Eşitsizliği yeniden üretmek: Türkiye’de toplumsal cinsiyet rejimi ve kadın emeği*. İletişim Yayınları.
- Folbre, N. (1994). *Who pays for the kids? Gender and the structures of constraint*. Routledge.
- Gülmez, A., & Yalçınkaya, Ö. (2016). Türkiye’de yenilenebilir enerji kullanımı, ekonomik büyüme ve istihdam ilişkisi: VECM yaklaşımı. *Eskişehir Osmangazi Üniversitesi İİBF Dergisi*, 11(3), 45-60.
- International Energy Agency. (2023). *World Energy Outlook 2023*. IEA Publications.
- International Renewable Energy Agency. (2022). *Renewable energy and jobs: Annual review 2022*. IRENA.

- Jenkins, K., McCauley, D., & Heffron, R. (2021). Energy justice and the just transition: Toward inclusive energy governance. *Energy Research & Social Science*, 79, 102189.
- Jenkins, K., McCauley, D., Heffron, R., & Stephan, H. (2018). Energy justice: A conceptual review. *Energy Policy*, 105, 631–640. <https://doi.org/10.1016/j.enpol.2017.11.033>
- Kahouli, B. (2021). Does renewable energy consumption reduce environmental degradation and unemployment? Evidence from emerging economies. *Environmental Science and Pollution Research*, 28, 12345–12360.
- Kapçak, S. (2023a). Gelişmekte Olan Ülkelerde Yenilenebilir-Yenilenemeyen Enerji Tüketiminin Ekonomik Büyümeye Etkisi: Saklı Eşbütünleşme Yaklaşımı. *Çukurova Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, 32(2), 409-423.
- Kapçak, S. (2023b). Gelişmekte olan ülkelerde mutluluk ve ekonomik büyümenin ekolojik ayak izi üzerindeki etkisi. *Avrasya Sosyal ve Ekonomi Araştırmaları Dergisi*, 10(2), 136-146.
- Kapçak, S. (2023c). Türkiye’de Doğrudan Yabancı Yatırımlar ile Yenilenebilir Enerji Tüketimi Arasındaki İlişkinin İncelenmesi. *İstanbul Aydın Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi*, 15 (3), 401-420.
- Kapçak, S. (2024). Döngüsel Ekonomi Bileşenlerinin Ekolojik Ayak İzi Üzerindeki Etkisi: Panel Veri Analizi. *Uluslararası Ekonomi İşletme ve Politika Dergisi*, 8(1), 124-138.
- Kapçak, S. (2025). Türkiye’de Sağlık Harcamaları ve Ekonomik Büyümenin Çevre Kirliliği Üzerindeki Etkisinin İncelenmesi. *Afyon Kocatepe Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi*, 27(1), 139-150.
- Karaca, M., Ulutaş, A., & Eğünoğlu, H. (2017). COPRAS yöntemiyle Türkiye’de optimal yenilenebilir enerji kaynağının belirlenmesi. *İktisadi ve İdari Bilimler Dergisi*, 31(1), 123–140.
- Kassem, H. S. (2018). Renewable energy consumption and employment: Evidence from Mediterranean countries. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 94, 1–12.
- Korkmaz, Ö., & Develi, A. (2020). Türkiye’de yenilenebilir enerji üretimi ve istihdam ilişkisi: ARDL yaklaşımı. *Uluslararası Ekonomi ve Yenilik Dergisi*, 6(1), 11–28.
- Kurtuluş, G. (2025). Yenilenebilir enerjiye erişim, toplumsal cinsiyet ve sürdürülebilir kalkınma kesişiminde enerji toplulukları. *Fiscaeconomia*, 9, 253–272.
- Künü, S., & Levent, C. (2023). Sağlık harcamaları, CO₂ emisyonu ve ekonomik büyüme ilişkisi: Seçilmiş AB ülkeleri örneği. *Uluslararası Ekonomi ve Yenilik Dergisi*, 9(1), 95–110.*
- Lehr, U., Lutz, C., Edler, D., O’Sullivan, M., Nathani, C., & Breitschopf, B. (2008). Renewable energy and employment in Germany. *Energy Policy*, 36(1), 108–117.
- Levent, C., & Aydın, F. F. (2021). Kadın işgücünün görünümü: TRB2 bölgesinde teorik bir araştırma. *Yaşar Üniversitesi E-Dergisi*, 16(62), 770–786.
- Marin, G., & Vona, F. (2021). Climate policies, innovation, and green employment: Evidence from EU regions. *Journal of Environmental Economics and Management*, 108, 102462.
- Menz, F. C., & Vachon, S. (2006). The effectiveness of different policy incentives to promote renewable electricity production. *Energy Policy*, 34(14), 1786–1796.
- Mohla, S., Bagh, B., & Guha, A. (2024). Thinking beyond bias: Analyzing multifaceted impacts and implications of AI on gendered labour. *arXiv preprint arXiv:2406.16207*.

- Oparaocha, S., & Dutta, S. (2020). Gender and energy for sustainable development. *Energy Policy*, 141, 111545. <https://doi.org/10.1016/j.enpol.2020.111545>
- Özbek, S. (2023). Sürdürülebilir çevre: Çevre teknolojileri ve vergileri kapsamında ekonometrik bir inceleme. *Bingöl Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, 7(Özel Sayı), 63-91.
- Özel, S. (2023). Çevre ve enerji kaynaklarını korumada Sivas’ın yenilenebilir enerji potansiyeli ve enerji talebinin incelenmesi. *Sivas Cumhuriyet Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Dergisi*, 1(2), 105–117.
- Pablo-Romero, M. P., & Pozo-Barajas, R. (2020). A systematic review of the impacts of renewable energy on employment. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 132, 110020.
- Pata, U. K. (2023). Gender, renewable energy and sustainable growth in developing economies. *Environmental Science and Pollution Research*, 30(12), 14250–14267. <https://doi.org/10.1007/s11356-023-25521-4>
- Pereira, A. M., & Silva, P. O. (2017). Economic and environmental impacts of renewable energy investments in the European Union. *Journal of Cleaner Production*, 166, 1084–1093.
- Pueyo, A., & Maestre, M. (2019). Linking energy access, gender and poverty: A review of the literature on productive uses of energy. *Energy Research & Social Science*, 53, 170–181. <https://doi.org/10.1016/j.erss.2019.02.019>
- Samut, P. K. (2023). OECD ülkelerinin yeşil lojistik performansı ile enerji, sağlık ekonomisi ve çevre ilişkisinin analizi. *Verimlilik Dergisi*, 67–82.
- Sırım, V. ve Kapçak, S., Doğan, D. (2021). Geçmişin Günümüze Türk Kadın Emeğinin Değişim ve Gelişim Süreci. *Uluslararası Türk Kültür Coğrafyasında Sosyal Bilimler Dergisi*, 6 (1), 12-35.
- Smith, J., Oparaocha, S., & Johnson, F. X. (2019). Gender and energy transitions in Africa: Implications for equitable access and sustainable development. *Energy Policy*, 135, 111012. <https://doi.org/10.1016/j.enpol.2019.111012>
- Şengül, S., & Şit, A. (2018). Yenilenebilir enerji tüketimi ile işgücü piyasası göstergeleri arasındaki ilişki: Türkiye örneği. *Sosyal Bilimler Araştırmaları Dergisi*, 13(2), 211–228.
- Tekgün, B., Bolayır, S., & Eroğlu, İ. (2025). Mutlu gezegen arayışları: G-20 ülkelerinden kanıtlar. *Uluslararası Yönetim İktisat ve İşletme Dergisi*, 21(1), 280–313.
- Turgut, İ. (2019). Türkiye’de yenilenebilir enerji tüketimi ile istihdam arasındaki ilişki: Ekonometrik bir analiz. *Enerji, Ekonomi ve Politik Araştırmalar Dergisi*, 4(2), 45-62.
- Türkiye İstatistik Kurumu (TÜİK). (2023). *İşgücü İstatistikleri 2023*.
- UN Women. (2023). *Women in the energy transition: Empowering equality through renewable energy*. UN Women Publications.
- United Nations Development Programme (UNDP). (2023). *Gender equality and energy transition: Policy pathways*. UNDP Publications.
- Waring, M. (1988). *If women counted: A new feminist economics*. Harper & Row.
- World Bank. (2021). *Energy progress report 2021: Tracking SDG7-Energy for all*. World Bank Group.

- World Bank. (2022). *Women, business and the law 2022*. World Bank Publications.
- Yadav, S., & Beig, M. I. (2022). Women entrepreneurship and renewable energy initiatives: Pathways toward inclusive green growth. *Sustainable Development*, 30(9), 2230-2244. <https://doi.org/10.1002/sd.2297>
- Yıldız, F. (2021). Yenilenebilir enerji sektörünün Türkiye’de bölgesel istihdama etkisi: Panel veri analizi. *Bölgesel Kalkınma ve Araştırma Dergisi*, 5(2), 89–104.
- Yi, H. (2013). Clean energy policies and green jobs: An evaluation of green jobs in U.S. metropolitan areas. *Energy Policy*, 56, 644-652.
- Yi, H. (2013). Clean energy policies and green jobs: An evaluation of green jobs in U.S. metropolitan areas. *Energy Policy*, 56, 644–652
- Zihnioğlu, Y. (2003). *Kadınsız inkılap: Nezihe Muhiddin, kadınlar halk fırkası, kadın birliği*. Metis Yayınları.

BÖLÜM 3

KUVATERNER DÖNEMİ PALEOORTAMSAL KOŞULLARIN BELİRLENMESİNDE COLEOPTERA FOSİLLERİNE DAYALI YAKLAŞIMLAR

Aziz ÖREN¹

¹ Doç. Dr., Süleyman Demirel Üniversitesi, İnsan ve Toplum Bilimleri Fakültesi, Coğrafya Bölümü, Isparta/Türkiye, Orcid: 0000-0002-9256-7164, azizoren@sdu.edu.tr

1. Giriş

Fosil böcekler genellikle çok çeşitli Kuvaterner çökeltilerinde bol miktarda bulunur. Bunlar tipik olarak göletlerde veya göl kenarlarında, nehirlerin durgun sularında, turbalarda veya bitki kalıntılarının korunmasına elverişli herhangi bir çökme ortamında biriken tortuları içerir. Kuvaterner çökellerinde yarım kanatlı-eş kanatlı böcekler (Hemiptera-Homoptera), çift kanatlı sinekler (Diptera), caddis sinekleri (evcikli böcek) (Trichoptera), kötü kokulu böcekler (Pentatomidae), tohum böcekleri (Lygaeidae), yaprak hopperları (yaprak piresi) (Cicadelidae), arılar, zar kanatlılar (Hymenoptera) dâhil olmak üzere birçok farklı böcek fosil takımı gözlemlenmiştir (Elias, 2010). Bunun yanı sıra yusufçuklar (Odonata), ısırmayan tatarcıklar (Chironomidae), su böcekleri (Gerridae), kıyı böcekleri (Saldidae), su kayıkçıları (sandal böcekleri) (Corixidae), sırt üstü yüzenler (Notonectidae), kınkanatlılar (Coleoptera) ve karınca ailesinin (Formicidae) üyeleri de incelenmiştir. Teknik olarak böcek olmasa da, akarlar/örümcekler (Arachnida), özellikle de oribatid akarlar, böcek toplulukları ile birlikte değerlendirilmiştir (Elias, 1994).

Ancak bu fosiller içinde en iyi bilinenler böceklerdir. Bunun nedeni, bir tortu kütlelerinde genellikle çıplak gözle görülebilmeleri ve genellikle mavi ve yeşillerin parlak ve genellikle yanardöner renklerini sergilemeleridir. Böcekler, bugün bilinen toplam bitki ve hayvan türlerinin yarısından fazlasını oluşturan olağanüstü hayvanlardır ve fosil kalıntıları, Kuvaterner dönemine ait çeşitli paleoortamsal rekonstrüksiyonlarda kullanılmıştır (Robinson, 2001). Dolayısıyla, Kuvaterner çökeltilerindeki varlıkları uzun zamandır hem doğa bilimciler hem de böcek bilimciler için bir hayranlık kaynağı olmuştur. Böceklerde en büyük takım, yeryüzündeki hemen hemen tüm karasal ve tatlı su habitatlarını kolonileştirmiş olan Coleoptera (kınkanatlılar) takımıdır (Coope, 1986). Yakın zamanlarda ve büyük ölçüde Russell Coope'un öncü çalışmaları sayesinde, Coleoptera fosillerinin Kuvaterner ortamlarının ve özellikle paleoiklim koşullarının araştırılmasında güçlü bir araç olduğu kanıtlanmıştır (Coope, 2010). Bunların çoğu stenotopiktir yani dar bir iklim ve ortam koşulları aralığını tolere ederler ve Coleoptera'yı bu kadar değerli paleoekolojik ve paleoklimatik göstergeler yapan da bu özel karakteristikleridir (Elias, 1994). Son derece sağlam olan kalıntıları, bitki makrofosilleri içeren hemen hemen her türlü tortuda korunur ve genellikle tür düzeyinde tanımlanabilir. Dahası, günümüzdeki ekolojik ilişkileri ve dağılımları hakkında mevcut olan önemli miktarda bilgi sayesinde, Kuvaterner ortamları hakkında değerlendirmeler yapabilmek için tekdüzelik ilkesine dayalı akıl yürütme kolayca yapılabilir (Buckland & Coope, 1991). Caddis sinekleri ve oribatid akarlar gibi diğer böcek gruplarının fosilleri paleoekolojik çalışmalarda zaman zaman yararlı olmuşsa da, hassas yapıları nedeniyle daha az korunurlar, bazı grupların tür düzeyinde tanımlanması zordur ve günümüzdeki dağılımları Coleoptera'ya göre daha az bilinmektedir (Greenwood vd., 2003; Hodgson & Convey, 2005).

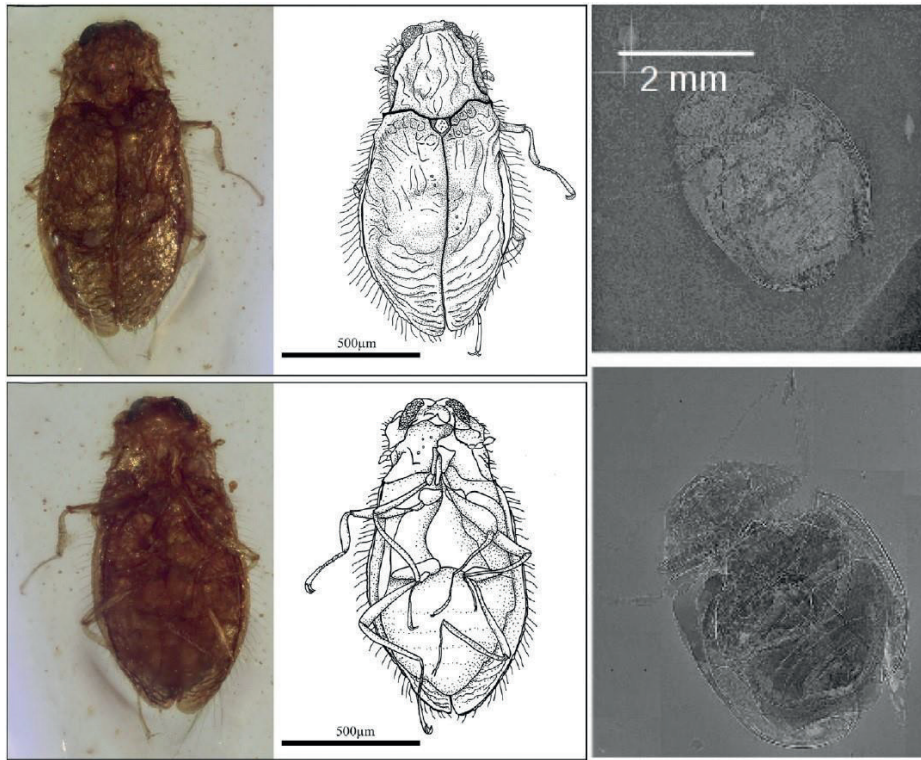
Kuvaterner tortularından elde edilen fosil Coleopteraların incelenmesi, 1950'lerde İngiltere'de başlamış ve o zamandan beri dünyanın birçok bölgesine, en son olarak da Avustralya, Yeni Zelanda ve Japonya'ya yayılmıştır. Coleoptera, Kuvaterner paleoiklimsel koşullarının belirlenmesinde yaygın olarak başarılı şekilde kullanılmıştır ve yaz, kış ve yıllık ortalama sıcaklıkların nicel olarak belirlenmesini sağlamıştır. Coleoptera, özellikle kuzeybatı Avrupa gibi orta ve yüksek enlem bölgelerinde geç Pleyistosen iklimlerinin belirlenmesinde yardımcı olmuştur (Elias, 2001). Isıl tercihleri ve hoşlanmadıkları şeyler, hızlı göç etme yetenekleriyle birleştğinde, bunları paleosıcaklıkların ideal göstergeleri haline getirir. Coleoptera toplulukları, Iversen'in bitkiler için geliştirdiği yöntemle benzer şekilde, karşılıklı iklim aralığı yöntemi kullanılarak hem yaz hem de kış sıcaklıkları için iklimsel olarak kalibre edilmiştir (Atkinson vd., 1987). Karşılıklı iklim aralığı yöntemi (Elias, 1997) kullanılarak, son buzularası dönemdeki, son soğuk dönemdeki ve özellikle son soğuk dönemden Holosen'e geçiş dönemindeki koşullar hakkında değerlendirmeler yapmak mümkün olmuştur (Miller & Elias, 2000; Schenk vd., 2018). Coleoptera'nın, Geç Kuvaterner araştırmalarının diğer alanlarında da, örneğin yerel habitat değişikliğinin ve bölgesel vejetasyonun göstergesi olarak önemli olduğu kanıtlanmıştır (Ponel & Lowe, 1992). Ayrıca arkeolojide de büyük öneme sahiptirler,

geçmişteki antropojenik araziler hakkında kanıt sağlarlar ve kentsel alanlardaki yaşam koşulları ve ekonomik faaliyetlerin göstergeleri olarak kullanılırlar (Whitehouse, 2006).

Bu çalışmada Coleoptera'nın özellikleri, fosillerin korunduğu ortamlar, habitat tercihleri, Coleoptera analiz yöntemleri ve Kuvaterner dönemindeki değişimlerin belirlenmesine katkılarının incelenmesi amaçlanmaktadır. Bu amaç doğrultusunda temel hedef ileride yapılacak ve paleocoğrafya alanına katkılar sunacak çalışmalara ışık tutmaktır.

2. Coleopteraların Özellikleri

Coleoptera kalıntıları genellikle Kuvaterner tortularında en çeşitli böcek fosilleri grubudur ve çoğu zaman en bol bulunanlardır. Bunların oluştuğu kitinli dış iskeletler oldukça sağlamdır ve çok sayıda fosilin tür düzeyinde tanımlanmasına olanak tanıyan yeterli yapısal ayrıntılar içerir (Kabalak vd., 2020; Şekil 1). Bunlar dünyanın birçok yerinde entomologlar tarafından incelenmiştir ve şu anda bunların dağılımını ve ekolojik ilişkilerini özetleyen atlaslar ve monografilerden oluşan önemli bir bilgi birikimi bulunmaktadır. Coleoptera takımı, hayvanlar alemindeki en büyük takımlardan biridir ve bilinen tüm organizma türlerinin % 25'ini oluşturur. 300.000'den fazla bilinen türü ile en önemli böcek takımını oluştururlar; bunların 30.000'i Kuzey Amerika'da yer alırken, sadece İngiltere'de ise 3.800'den fazla türü bulunmaktadır (Rees, 2018). Neredeyse tüm karasal ve tatlı su alanlarını kolonileştirerek çok geniş bir habitat alanını işgal ederler, hatta bazıları gelgit bölgesi içinde bile bulunur. Bu türlerin çoğu stenotopiktir, yani belirli ortamlara (örneğin dar sıcaklık aralıklarına veya belirli habitatlara adapte olanlar) belirgin bir tercih gösterirler.



Şekil 1. Fossil Coleoptera mikroskop görüntüleri (Dammer vd., 2013; Peris vd., 2015)

Coleoptera türlerinin büyük bir kısmının ortamsal değişimlere oldukça duyarlı olduğu ve uygun ortama sahip bölgelere yerleşmek için kıtalar arasında dağılımlarını değiştirdikleri bilinmektedir (Elias, 1994). Coleopteraların dünyanın birçok bölgesinde iyi korunmuş, bol miktarda fosil kaydı bulunmaktadır. Bunların dış iskeletleri, suyla dolu ortamlar ve diğer anaerobik tortul ortamlarda çürümeye dirençli, oldukça dayanıklı bir bileşik olan kitin ile güçlendirilmiştir. Bu kitinli dış iskelet, baş kapsülü, göğüs kalkanı (pronota) ve kanat kapakları (elytra) olmak üzere ana vücut

kısımlarında taksonomik olarak yararlı özelliklerle kaplıdır (Kabalak vd., 2020). Birçok çalışma bölgesinde, paleoentomologlar bu fosil böcek skleritlerinin (kireçten oluşmuş sert kabuk parçası) %50'sinden fazlasını spesifik olarak tanımlayabilmektedir; bazı iyi çalışılmış bölgelerde bu oran %75'e yaklaşmaktadır. Bunun sonucu olarak Kuvaterner Coleoptera faunası toplulukları, Kuvaterner tortularında korunmuş diğer organizma gruplarından daha fazla tanımlanmış tür içerir.

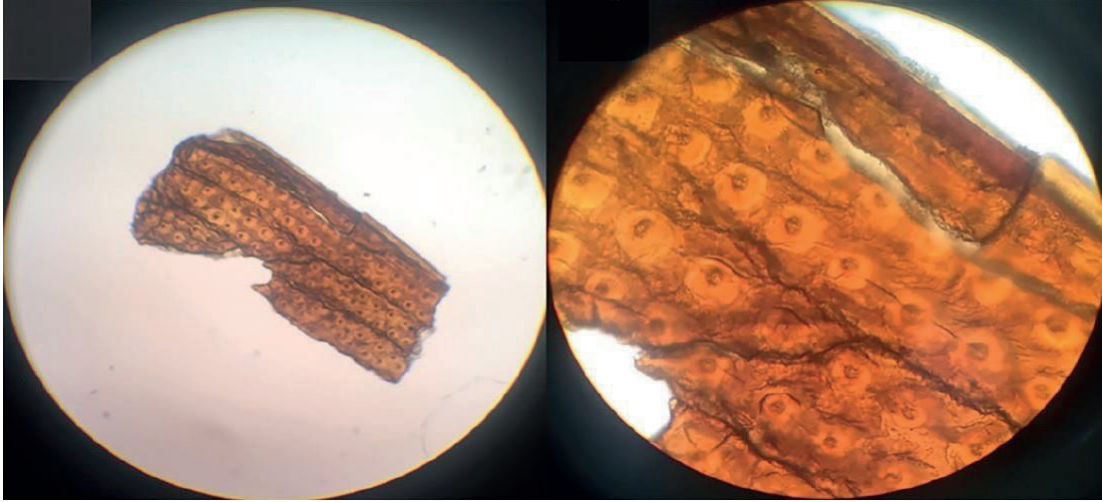
3. Fosil Coleoptera Analizi Yöntemleri

Örnekleme prosedürlerinin ayrıntıları Elias (2010) tarafından ele alınmıştır. Fosil Coleoptera analizi için sedimanlardan numune alırken amaç, numune başına en az bir litre organik kırıntı elde etmektir. Alanın özelliklerine bağlı olarak, bu mümkün olabilir veya olmayabilir ve bazı tür tortular (örneğin, akarsuların göllere döküldüğü deltaik tortulardan elde edilen organik açıdan zengin sedimanlar) numune miktarı bir litreden az olsa bile çok sayıda Coleoptera fosili verebilir. Sedimanın sadece küçük bir kısmı organik kırıntıdan oluşuyorsa, çok büyük miktarlarda sediman elde edilmesi gerekir. Hacimce sadece %3-5 oranında organik kırıntı içeren göl sedimanlarında, bu işlem için birkaç kilogram sedimanın alınması ve ardından organik fraksiyonu izole etmek için ıslak eleme yapılması gerekir. Genellikle, göl ve gölet sedimanlarından pistonlu karot ile alınabilen sediman miktarı, gerekli oranda kırıntı elde etmek için yetersizdir. Çok sayıda büyük çaplı karot alınarak bir miktar başarı elde edilmiş olsa da, bu genellikle pratik değildir ve çok sayıda işaretleyici tabaka bulunmadıkça, karotlar arasındaki tabakaları ilişkilendirmedeki zorluklar nedeniyle bu mümkün olmayabilir (Hoganson & Ashworth, 1992). Bu nedenle en iyi sonuçlar, doğal veya insan yapımı sedimanların açıkta kalan kısımlarından örnek alınarak elde edilir. Doğal açıkta kalan kısımlar arasında akarsu kıyıları ile okyanus ve göl falezleri bulunur. İnsan yapımı açıkta kalan kısımlar arasında çakıl ve kil çukurları, sulama kanalları, hendekler ve inşaat alanları bulunur.

Laboratuvarda, Coleoptera parçaları, örneğin kil veya keçeleşmiş turbalarda yatak düzlemlerinde bulunan tortu içeriğinden elle çıkarılabilir. Ancak genellikle, yüzdürme teknikleri kullanılır (Elias, 2007a). En yaygın olarak kullanılan yöntem, sedimanın su veya sodyum karbonat çözeltisi içinde ayrıştırılması, ardından elenmesi (300 µm) ve eleklerde kalan kalıntıların, Coleoptera skleritlerine yapışan ancak bitki artıklarına yapışmayan kerosen (gazyağı/parafin) ile karıştırılmasıdır (Coope, 1986). Daha sonra numuneye soğuk su eklenerek, Coleoptera kalıntıları bazı bitki makrofosilleriyle birlikte yüzeye çıkar. Yüzen kısım boşaltılır, deterjanla nazikçe yıkanır ve %95 etanol ile kurutulur. Fosil kalıntıları daha sonra seyreltik (yaklaşık %20) alkol içeren şişelerde saklanır veya tragakant zamburak (suda çözünen bir yapıştırıcı) ile mikropaleontolojik slaytlara yapıştırılır ve mikroskop altında incelenir (Iannuzzi vd., 2020). Numune tanımlama işlemi, alkol veya su içinde düşük güçte (10x) binoküler mikroskop altında yapılır. Coleoptera fosillerinin boyutları 1 mm'den birkaç santimetreye kadar değişir ve çok küçük örneklerin gözden kaçırılmaması ve çok ince yapısal detayların incelenmesi için bu aşamada elektron mikroskobu kullanılması gerekebilir.

Sedimanlardan nadiren bütün Coleoptera fosili çıkarılabildiği için genellikle tanımlama, bunların küçük parçaları üzerinde yapılır (Şekil 2). Bu fosil numunelerin tanımlanması genellikle güncel tanımlanmış numunelerle (genellikle müze koleksiyonlarından) karşılaştırılarak yapılır. Bu nedenle, paleoekolojik araştırmalar için güncel Coleopteraların kapsamlı bir koleksiyonu gereklidir. Fosillerin bazı kısımları çok az tanısal özelliğe sahiptir, ancak çoğu durumda baş, toraks, elytra ve genitalia (özellikle erkek örneklerde) spesifik tanımlamaların yapılmasını sağlayan çok sayıda karakter gösterir (Rees, 2018). Tanımlama süreci, ana dış iskelet parçalarının şekli ve boyutuyla başlar. Çoğu zaman pigmentlerden elde edilen renkler korunur ve renk desenleri, elytra veya pronota üzerinde lekeler, çizgiler ve diğer belirgin renk varyasyonları bulunan grupların tanımlanmasında oldukça yararlı olabilir. Metalik renklenme, pigmentlerden ziyade yüzey mikroskulptürüne dayandığı için son derece iyi korunur. Çizgiler, delikler ve mikroskulptür gibi yüzey özelliklerinin derinliği, şekli ve dağılımı, bazı gruplarda pulların ve setaların (sert kıl) varlığı önemli tanısal özelliklerdir (Schmidt vd., 2022). Fosil Coleoptera analizlerinden elde edilen veriler genellikle belirli bir örnekte

bulunan birey sayısını gösteren tür bolluğu listesi şeklinde sunulur. Sonuçlar, genel veri setinin büyüklüğü nedeniyle genellikle tablo şeklinde verilir, ancak stenotermik (sıcaklık toleransı dar olan) türler gibi özel ilgi çeken alt kümeler grafiksel olarak gösterilebilir.



Şekil 2. *Coleoptera elytra* parçaları (Mattos vd., 2020)

Belirli bir çalışma bölgesindeki Coleoptera topluluklarına dayanan paleoekolojik rekonstrüksiyonlar, fosil topluluğunda bulunan türlerin ekolojik gereksinimleri ve etkileşimleri hakkında sağlam bir bilgiye dayanmalıdır. Bu nedenle araştırmacının bu ortamlar ve koşullar hakkında bilgi sahibi olması gerekir.

4. Coleoptera Fosillerinin Korunduğu Ortamlar

Fosil Coleoptera toplulukları, çok çeşitli tortul ortamlardan, özellikle de kalıntıları organik kırıntı tabakalarında biriken anoksik su tabakalı tortulardan elde edilmiştir (Heingård vd, 2022). Göl ve gölet tortullarında, özellikle kıyı bölgesi ve akarsuların göl veya göletlere döküldüğü yerlerdeki tortularda, bol ve çeşitli fosil Coleoptera toplulukları ortaya çıkmıştır. Bu tür deltaik tortular, şaşırtıcı sayıda fosil Coleoptera örneği verebilir. Akarsu tortuları da fosil Coleopteralar içerir. En verimli akarsu tortuları, kanal kıvrımlarında ve akıntılar arasındaki havuzlarda biriken organik kırıntı alanlarında bulunur. Bataklıklar, sulak alanlar ve çamurlar da, özellikle bu tür yapıların kenarlarını temsil eden ve yüksek rakımlı Coleoptera faunasından gelen girdinin arttığı yerlerde, iyi miktarda fosil Coleoptera birikintileri ortaya çıkabilir. Coleoptera kalıntılarının bulunduğu daha sıra dışı tortu türlerinden biri, Kuzey Amerika'ya özgü sıçan türü olan paket sıçanları veya ağaç sıçanları (*Neotoma*) gibi belirli kemirgenlerin atık yığınlarıdır. Sıçanların idrarı ve dışkısı nedeniyle aralıklı olarak ıslak ve yapışkan olan yuvaları, bu sıçanların yaşadığı çöl ve yarıkurak bölgelerdeki sığ mağaralara ve kaya barınaklarına giren Coleopteralar için tuzak görevi görür (Elias, 1990). Göl, akarsu ve bataklıkların suyla dolu tortularından farklı olarak, sıçan yığınları Coleopteraların dış iskeletlerini son derece kuru koşullarda korur ve bazen yumuşak dokularını mumyalaştırır.

5. Coleopteraların Habitat Tercihleri

Fosil Coleoptera kalıntıları, çeşitli yerel habitatlardan türler içerir. Botanik faktörler, toprak türü, mikroklimatik ortam, hidrolojik koşullar ve kimyasal değişiklikler, yerel ölçekte bunların dağılımını sınırlar (Elias, 2010). Bu nedenle, belirli bir bölgenin ortam tarihiyle ilgilenen bir paleoekolog için, fosil topluluğunun temsil ettiği habitatların çeşitliliğinin belirlenmesi ve mümkün olduğunca nicelendirilmesi önemlidir. Bazı Coleoptera türleri, kuru, kumlu topraklarda yaşayan *Bembidion obscurellum*; kil, kum veya turba içeren orta derecede nemli topraklar ve seyrek vejetasyon örtüsü gerektiren *Dyschirius globosus* ve akarsu kenarlarıyla sınırlı olan *Bembidion*

schueppeli gibi substrat (Coleopteraların yaşadığı yüzey) bağımlıdır. Çok sayıda Coleoptera, sucul habitatlarla ilişkilidir. Bu nedenle, *Esolus*, *Limnius volckmari* ve *Ochthebius pedicularius* türleri aktif olarak akan suyu gösterirken, *Potamonectes depressus* (elegans) ve *Halyplus obliquus* türleri kumlu veya siltli tabanlı berrak göletlere işaret eder (Sharma vd., 2019). Diğer türler, besin olarak bağımlı oldukları belirli bitki veya hayvanların varlığını gösterir. Örneğin, staphynilid Coleopteralarının çoğu, yaprak üzerinde bulunan küçük eklembacaklılar ve solucanlarla beslenen yırtıcı böceklerdir (Sloggett & Majerus, 2000). Bir toplulukta dışkı Coleopteralarının bolca bulunması, bölgede memelilerin varlığını gösterir. Nitekim, bazı Coleoptera türleri, mamutlar gibi belirli hayvanların dışkıları veya çürüyen leşleriyle belirgin bir şekilde ilişkilidir (Allen vd., 2009). Bazı bitki yiyen Coleoptera türleri ve uzun bataklık otlarında yaşayan *Donacia* cinsinin birkaç türü, yalnızca *Carex*, *Scirpus*, *Sparganium* gibi sazlarla beslenir. *Hydnobius punctatus* türü mantar hifleriyle beslenirken, *Hypera postica* Medicago, Melilotus ve Trifolium gibi çeşitli baklagillerle ve *Simplocaria semistriata* ise yalnızca yosunla beslenir (Wielkopalan & Obrępalska-Stęplowska, 2016).

Coleoptera toplulukları, bu nedenle, çeşitli çağdaş habitat veya birbirine bağımlı biyota hakkında değerli bilgiler sağlayabilir ve diğer kanıtlardan elde edilmesi zor olan ortamsal bilgiler sunabilir. Örneğin, Hollanda'da (son soğuk dönemde biriken) alt örtü kumlarının yüzeyinde, önemli bir azot bağlayıcı olan mavi-yeşil alg *Gleotrichia*'nın kalıntıları içeren tortularda, *Bledius* cinsine ait çok sayıda Coleoptera bulunmuştur (Van Geel vd., 1989). Bu algler, başka hiçbir organizmanın bölgeyi kolonileştirmeyi başaramadığı bir dönemde, bu Coleopteralar için önemli bir besin kaynağı olmuş olabilir. Bu nedenle, İngiltere'nin doğusundaki geç buzul dönemi kumlarında çok sayıda *Bledius* bulunması, azot bağlayıcı alglerin bu bölgedeki kolonileşme sürecinde önemli bir rol oynadığını gösterebilir (Walker vd., 1993). Bazı Coleoptera türleri, ağaç kabuğu veya yaprak üzerinde yaşamak zorundadır ve bunların fosil kalıntıları, ağaçların varlığına dair palinolojik kanıtları desteklemek ve zaman içinde ormanlık alanların tür içeriğindeki değişimleri belirlemek için kullanılmıştır. ABD'nin güneybatısındaki çöllerde sıçan atıklarında korunmuş fosil Coleoptera toplulukları, bugün Kuzey Amerika'nın hiçbir bölgesinde bir arada bulunmayan ılıman ve çöl türlerinin bir karışımını içermektedir (Elias, 2007b). Bu, günümüzde benzeri olmayan bir geç Pleyistosen iklim rejimini göstermektedir.

Bu makro ölçekli ortamsal değerlendirmelere ek olarak, eski mikro habitatların içeriği de fosil Coleoptera topluluklarından elde edilebilir. Örneğin, Olsson & Lemdahl (2009), Holosen döneminde ormanlık alanlardaki değişimlerin tarihini ortaya çıkarmak için güney İsveç'ten elde edilen fosil Coleoptera kayıtlarını kullanmıştır. Farklı tür grupları, ormanlık alanların yoğunluğu ve çeşitliliğindeki değişiklikler, zemindeki ölü odun miktarı, otlatma ve yangınların etkileri ve yaklaşık 2,8 bin yıl önce ormanlık alanların fundalıkla yer değiştirmesi hakkında kanıtlar sunmuştur. Benzer şekilde, Davis vd. (2007), farklı taşkın ovası mikrohabitatlarını işgal eden karakteristik fosil Coleoptera topluluklarından, alçak rakımlı akarsu taşkın ovalarının topografyası ve kanal düzenindeki küçük ölçekli değişiklikleri belirlemeyi başarmıştır. Kuzmina vd. (2011) ise günümüz kutup tundra bölgelerindeki güncel Coleopteraların mikrohabitat tercihlerine ilişkin kanıtları kullanarak, son soğuk dönemde Bering Denizi çevresindeki açık kıta sahanlığının eski periglasyal bölgesinin iklim gradyanlarını belirlemiştir. Bu çeşitli örnekler, Coleopteraların otoekolojisi hakkındaki bilginin, çeşitli mekânsal ve zamansal ölçeklerde Kuvaterner paleoortamsal koşulları hakkında nasıl değerli ek bilgiler sağlayabileceğini göstermektedir.

6. Coleoptera Fosillerinin Kuvaterner Paleoortamsal Koşulların Belirlenmesindeki Kullanım Alanları

Fosil Coleoptera topluluklarına dayalı olarak paleoortamların belirlenmesinde birkaç temel varsayımda bulunulmuştur. Bu varsayımlar, eski Coleoptera popülasyonlarının güncel muadilleriyle aynı ortamsal toleranslara ve davranış kalıplarına sahip olduğu varsayımıyla, tekdüzelik ilkesinin çerçevesine girmektedir. Fosil Coleopteraların Kuvaterner dönem ortamlarını belirlemek için nasıl

kullanılabileceğine dair bilgilerimiz, büyük ölçüde Russell Coope'un çalışmalarına dayanmaktadır. Coope, özellikle fosil Coleopteraların iskelet kısımlarının, şekil ve ince anatomik detaylar açısından yaşayan türlerle oldukça yakın bir benzerlik gösterdiğini ve bunun Kuvaterner topluluklarının yaşı ve ortamından bağımsız olarak geçerli olduğunu belirtmiştir (Coope, 1967). Sonraki araştırmalar, Coleoptera türlerinin büyük çoğunluğunun muhtemelen Miyosen döneminden beri morfolojik olarak aynı kaldığı yönündeki görüşünü doğrulamıştır (Elias, 2010; Marra & Leschen, 2011). Bu uzun vadeli evrimsel durağanlık başlangıçta mantığa aykırı görünüyordu, çünkü Kuvaterner'i karakterize eden döngüsel iklim değişikliklerinin yüksek bir tür değişimine yol açacağı düşünülüyordu. Coope'un araştırması ise tam tersini ortaya koymuş ve tekrarlanan ortamsal bozulmaların, en azından Coleopteralar söz konusu olduğunda, durağanlığa yol açtığı belirlenmiştir (Coope, 2004).

Kuvaterner tortularında bulunan Coleoptera türlerinin günümüzde yaşayan türlerle aynı olduğu varsayımını destekleyen üç kanıt vardır. Birincisi, dış iskeletlerinin morfolojisinin sabit kalmış olmasıdır. Başka bir deyişle, fosil örnekleri ile güncel türler arasında, güncel türlerde bilinen varyasyon sınırları dışında hiçbir fark bulunmamasıdır. Güncel türlerin sınırları dışında morfolojik varyasyonlar gösteren en genç Coleoptera fosilleri bile, yaklaşık 2,6 milyon yıl öncesine ait Pliyosen/Pleyistosen sınırına ait fosil topluluklarından gelmektedir (Coope, 1979). Bununla birlikte, Pliyosen topluluklarından güncel türlerle tam olarak eşleşen, güvenilir bir şekilde tanımlanmış birçok Coleoptera türü bulunmaktadır. Kuvaterner türlerinin sabitliğine dair ikinci kanıt fosil aedeagae'lerin şekil ve boyutlarının sabitliğiyle, üçüncü kanıt ise, fizyolojinin sabitliğidir. Dünyanın çeşitli yerlerinde bulunan ve erken Kuvaterner döneminden geç Kuvaterner dönemine kadar uzanan fosil Coleoptera topluluklarında genellikle gözlemlenen durum, fosil topluluklarında birlikte bulunan türlerin, artık aynı coğrafi bölgelerde yaşamıyor olsalar bile, bugün ekolojik olarak uyumlu olmaya devam ettikleridir. Bu üç özellik, göz önüne alındığında, fosil Coleoptera topluluklarını kullanarak son derece ayrıntılı ve hassas paleoortamsal rekonstrüksiyonlar yapmak mümkündür.

Coleoptera takımı, bilinen güncel faunası 1 milyon türü aşan, Dünya'daki en çeşitli organizma grubudur (Rees, 2018). Bu sayı, tüm çiçekli bitki türlerinin (angiosperm) sayısının yaklaşık dört katı ve tüm memeli türlerinin sayısının 200 katından fazladır. Bu inanılmaz çeşitlilik, genellikle düzinelerce familyadan 100 ila 200 tür içeren Kuvaterner Coleoptera faunası topluluklarına da yansımaktadır. Yırtıcılar ve leş yiyiciler paleoiklimler hakkında güvenilir bilgiler sağlarken, bitkiyle beslenen türler paleovejetasyon topluluklarının belirlenmesinde aracı görevi görür ve ormanlık alanların göreceli olgunluğu ve sağlığı, devrilmiş, çürümüş ağaçların ve bunlarla ilişkili mantarların varlığı gibi bilgiler sağlayabilir (Arnett, 1973). Bu Coleoptera fosilleri, bitkilerin polen verileri az veya eksik olsa bile, paleovejetasyon toplulukları hakkında bilgi sağlar (Elias, 1982). Bazı durumlarda, fosil Coleoptera kanıtları ortamsal bir değişiklik için kesin kanıt sağlayabilir. İngiltere'de Holosen'in ortalarında karaağaçların yok olduğu döneme ait sedimanlarda karaağaç kabuğu böceği *Scolytus scolytus*'un fosil kalıntılarının bulunması da böyle bir durumdur. Bu yok oluş, böcek tarafından bulaşan Hollanda karaağaç hastalığı nedeniyle olmuş olabilir (Girling, 1988). Bunun yanı sıra göl su Coleoptera türleri, göllerin ve göletlerin sıcaklığı, trofik durumu, substratları ve büyüklüğü hakkında önemli bilgiler sağlar. Akarsularda yaşayan Coleopteralar, akarsuların büyüklüğü ve hızı ile sıcaklık, trofik durum, substratlar ve su berraklığı derecesi hakkında bilgi sağlar (Sharma vd., 2019).

Avrupa'dan bazı bölgesel örnekler, göl sedimanlarındaki fosil Coleoptera topluluklarından elde edilen paleoortamsal rekonstrüksiyonların kalitesini ve türlerini göstermektedir. Kuzey Atlantik Okyanusu çevresinde, geç Pleyistosen termal salınımı bir interstadyal (yaklaşık 15–13 bin yıl önce) ve bir stadyal (13–11,7 bin yıl önce) döneminden oluşmuştur. Bu salınım için en iyi kanıtlar, geç buzul döneminin termometresine en yakın olan omurgasızların, özellikle Coleopteraların kalıntılarından elde edilmiştir. Avrupa'nın çeşitli bölgelerinde Coleoptera üzerine yapılan çalışmalarda, GÖ 15 bin yılından yaklaşık GÖ 10,5 bin yılına kadar Temmuz ayı ortalama sıcaklık değişiklikleri tahmin edilmiştir (Coope & Lemdahl, 1995). Bu dönemin başında, ılıman topluluklar

kutup topluluklarının yerini almıştır ve kuzey Galler'deki Glanllynau'da iklimdeki ısınma hızının on yılda 1°C gibi şaşırtıcı derecede hızlı olduğu hesaplanmıştır. 15 bin yıl öncesinden kısa bir süre sonra ani bir artış gösteren yaz sıcaklıkları, günümüz sıcaklıklarından daha yüksek seviyelere ulaşmıştır. Coleoptera verileri, iklimin bu interstadyal döneminin optimum seviyesinin ardından kademeli olarak soğuduğunu göstermektedir ve bu durum, İskandinav'daki Bølling–Allerød olaylarıyla uyumludur (Coope & Brophy, 1972). İsviçre Platosu'ndaki Lobsigensee'de, fosil Coleoptera toplulukları, yaklaşık 13 bin yıl önce ani bir şekilde kutup ve alpin faunasından ılıman, boreal faunasına dönüşmüştür (Elias & Wilkinson, 1983). Arktik ve alpin Coleoptera topluluklarından ılıman Coleoptera topluluklarına geçiş, Bølling polen zonunda huş, söğüt ve ardıç gibi polen verileriyle örtüşmektedir (Ammann vd., 1983).

Fosil topluluklarından makroklimatik rekonstrüksiyonlar elde etmeye yönelik ilk girişimlerde, fosil topluluğunda temsil edilen gösterge türlerin güncel dağılımları çizilmiş ve dağılım alanlarının örtüşme bölgesi belirlenmiştir (Coope, 1959). Sonrasında gösterge türleri yaklaşımının kullanımından kaynaklanabilecek hataları önlemek amacıyla, Coleoptera kayıtlarından daha temsil edici paleosıcaklık tahminleri elde etmek için karşılıklı iklim aralığı (MCR) yöntemi geliştirilmiştir (Atkinson vd., 1987). Yöntemin tamamı, Avrupa çalışmaları için Atkinson vd. (1986) ve Kuzey Amerika çalışmaları için Elias vd. (1996) tarafından açıklanmıştır. Bu yöntemin temel prensibi, fosil topluluklarında bulunan Coleoptera türlerinin iklim aralığını veya iklim zarfını belirlemek ve ardından bu türlerin iklim zarflarının örtüşmesine dayanarak paleoiklim koşullarını tahmin etmektir. Çünkü Kuvaterner döneminde çoğu Coleoptera türünün dağılımını belirleyen en önemli faktörlerden biri iklim, özellikle de termal koşullar olmuştur (Coope, 2004). Dağılımları dar bir sıcaklık aralığı ile sınırlı olan Coleoptera türleri stenoterm, daha geniş iklim koşulları aralığına tolerans gösterebilenler ise öriterm olarak adlandırılır. Stenoterm, paleosıcaklık rejimleri hakkında daha kesin çıkarımlar yapılmasına olanak tanıdığından, paleoklimatik araştırmalarda çok daha önemlidir (Hill vd., 2011). Bu yöntem, birikim ortamlarına bağlı olarak önemli ölçüde değişebilen göreceli bolluk yerine türlerin varlığını ve yokluğunu kullanır.

Öncelikle fosil topluluğundaki türlerin çoğu için güncel dağılım haritaları elde edilir ve ardından çağdaş meteorolojik veriler kullanılarak her Coleoptera türünün iklim aralığı belirlenir. Coleoptera dağılımını belirleyen en önemli iki değişken, en sıcak ayın sıcaklığı (Tmax) ve en sıcak ile en soğuk aylar arasındaki sıcaklık aralığıdır (Trange); ikincisi mevsimselliğin bir göstergesidir. Tmax ve Trange açısından dağılımın bilinmesiyle, her türün coğrafi dağılımı iklim aralığında çizilebilir ve böylece her tür için bir iklim zarfı oluşturulur (Elias, 1997). Bireysel türlerin iklim zarfları oluşturulduktan sonra, fosil topluluğunda birlikte bulunan türlerin zarfları bir araya getirilerek iklim alanında örtüşen alan bulunur. Bu alan, fauna topluluğunun MCR'sidir. Bu grafiklerden Tmax, Trange ve Tmin (en soğuk ayın sıcaklığı) değerleri elde edilebilir ve bunlar, belirli fosil karışımının eskiden bir arada bulunduğu karşılıklı iklim koşullarının en iyi tahminlerini oluşturur. MCR yöntemi, bir topluluk çok sayıda tür içerdiğinde ve bunların bir kısmı bariz stenoterm olduğunda en başarılı sonuçları verir. Bu yöntem, güncel Coleoptera toplulukları için MCR değerleri türetilerek ve bunların güncel iklim verileriyle istatistiksel ilişkisi ölçülerek test edilebilir. Sonuçlar genellikle kış sıcaklıklarına göre yaz sıcaklıkları için daha güçlü bir doğrusal ilişki gösterir, bunun başlıca nedeni birçok böcek türünün geniş bir kış sıcaklığı aralığında hayatta kalabilmesidir. MCR yönteminin gösterge türleri yaklaşımına göre avantajları, öznel yorumları ve olası önyargıları önlemesinin yanı sıra coğrafi örtüşmelerin kullanımından kaynaklanan aşırı genellemeleri de önlemesidir.

MCR yöntemi, paleoentomologların, Senozoyik dönem sonlarından Holosen dönem sonlarına kadar uzanan yüzlerce fosil topluluğu için hem yaz hem de kış mevsimlerine ait nicel paleosıcaklık tahminleri üretmelerini sağlamıştır (Lavoie & Arseneault, 2001; Elias & Matthews, 2002). Britanya Adaları'ndan Coleoptera MCR verilerine dayanan iklimsel rekonstrüksiyonlar, Grönland buzul karotu kayıtlarından elde edilenlerle çarpıcı bir benzerlik göstermektedir. Bu benzerlik özellikle de ortalama Temmuz sıcaklıklarında yaklaşık GÖ 14,7 ve 11,5 bin yıllarında meydana gelen ani artışlarda

(yaklaşık 7°C) ve Younger Dryas döneminde veya Grönland Stadial 1'de yaklaşık GÖ 12,9 ve 11,5 bin yılları arasındaki belirgin şekilde daha düşük sıcaklıklar döneminde görülmüştür (Atkinson vd., 1987). Britanya ve Grönland kayıtları arasında o kadar yakın bir eşleşme vardır ki, her iki bölgenin de Geç Glasyal döneminde iklimsel olarak zaman zaman aynı evrede olduğu muhtemel görünmektedir. Ancak, Avrupa'nın diğer bölgelerinde durum böyle görünmemektedir, çünkü Polonya, İsveç, Norveç ve Fransa'dan elde edilen MCR rekonstrüksiyonları bölgesel sıcaklık eğilimlerinde önemli farklılıklar göstermektedir (Ponel vd., 2005). Bunlar, büyük ölçüde İskandinav buzul tabakasının Britanya buzul tabakasına kıyasla erimesindeki gecikmeyi yansıtmaktadır. Çünkü İskandinav buzul tabakası, çevresinde daha uzun süre soğuk iklim koşullarını muhafaza etmiştir. Bu durum, geç buzul dönemi boyunca Britanya ve İskandinav arasında belirgin termal gradyanlar olduğunu ortaya koyan Coleoptera MCR verileriyle açıkça görülmektedir (Coope vd., 1998). Lemdahl (1988), İsveç'te Byson Gölü'ndeki tortulardan elde edilen fosil Coleoptera topluluklarını kullanarak geç buzul dönemindeki iklim değişimlerini belgelemiştir. Bu fauna, Britanya'dakinden biraz daha geç (yaklaşık 12.600 yıl önce ve 13.000 yıl önce) ancak benzer yoğunlukta bir geç buzul dönemi iyileşmesi göstermektedir. Buna karşılık, İsveç vejetasyon örtüsü, geç buzul döneminin başlarında veya Bølling polen bölgesinde kademeli bir değişiklik göstermektedir. Lemdahl (2000), Norveç'teki Kråkenes Gölü'nün geç buzul ve erken Holosen sedimanlarından Coleoptera fosillerini tanımlamıştır. İskandinav'daki diğer geç buzul faunal topluluklarıyla karşılaştırıldığında, Kråkenes toplulukları tür açısından oldukça fakirdir. Allerød'da bulunan su Coleopteraları, vejetasyonun zayıf olduğu berrak su göllerinin karakteristik özelliğidir. Karasal fauna, cüce çalı ve yosun bitki örtüsüne işaret etmektedir. Younger Dryas soğumasının başlangıcı, tür sayısında keskin ve hızlı bir düşüşle işaretlenmiş ve bu dönemin çoğunda Coleoptera kalıntıları neredeyse hiç bulunmamaktadır. Younger Dryas döneminde Coleopteraların neredeyse hiç görülmemesi, muhtemelen çok soğuk koşulları yansıtmaktadır. Younger Dryas/Holosen geçişinde ise sucül ve karasal türlerin sayısında ve çeşitliliğinde görülen toparlanma çok hızlıdır. İlk öncü aşamadan sonra, cüce çalı funda bitkileriyle ilişkili Coleopteralar ortaya çıkmış, ancak orman taksonları kaydedilmemiştir. MCR sıcaklık rekonstrüksiyonları, Allerød döneminin günümüzden daha soğuk ve daha karasal olduğunu göstermektedir. Holosen döneminin başlangıcında ise meydana gelen hızlı sıcaklık artışı, günümüze göre daha sıcak ve daha karasal bir iklime yol açmıştır.

Son zamanlarda, fosil Coleoptera kitinindeki hidrojen ve oksijenin kararlı izotop oranlarının incelenmesinde büyük ilerlemeler kaydedilmiştir (Gröcke vd., 2010). Kitin Coleopteraların dış iskeletlerine güç ve sertlik kazandırır. Bunlarda, dış iskelet, yetişkin Coleoptera larvadan çıktığında oluşur. Uzun zincirli azotlu polisakkarit molekülü (şeker molekülleri ve azotun bileşimi) olan kitin, oluşumu sırasında içeriğine hem hidrojen hem de oksijen atomlarını dâhil eder. Bu atomlar, larvaların yediği besinler yoluyla veya su Coleopteralarının yaşadığı su yoluyla doğrudan çevreden gelir. Gröcke vd. (2010) tarafından tartışıldığı gibi, birkaç çalışma, kitindeki hidrojen ve oksijenin izotopik değerinin (döteryum-hidrojen (D/H) oranı ve 18O-16O oranı) Coleopteraların yaşadığı bölgelerdeki yağışların izotopik değeriyle eşleştiğini göstermiştir (Miller vd, 1988; Rozanski vd., 1993). Ayrıca, bunlar yaşamları boyunca veya ölümlerinden sonra çevreleriyle atom (hidrojen ve oksijen dâhil) alışverişinde bulunmaz ve kitin molekülleri oluştuktan sonra kimyasal olarak etkisiz hale gelir (Gröcke vd., 2010). Böylece kitin, fosil kayıtlarında uzun ömürlü olması nedeniyle, bilim insanlarına eski karasal iklimlerin belirlenmesi için son derece güçlü bir gösterge sağlayabilir.

Fosil Coleoptera verilerinin bir uygulaması, zoocoğrafik çalışmalar için olmuştur. Araştırmacılar Coleopteraların zaman ve mekân içinde meydana gelen dağılımındaki değişiklikleri grafik olarak göstererek, çeşitli türlerin zoocoğrafik tarihçelerini belirleyebilmiştir (Masek vd., 2018). Bu çalışmalar, Coleopteraların uygun iklim bölgeleri bulmak için, bazen çok geniş coğrafi ölçeklerde, defalarca dağılım alanlarını değiştirdikleri teorisini güçlendirmiştir. Örneğin minik rove böceği *Micropeplus hoogendorni*'nin ilk başta Pliyosen veya erken Pleyistosen döneminde nesli tükenmiş olduğu düşünülüyordu, çünkü sadece Alaska'da 5,7 milyon yıllık bir tortuda bulunmuştu. Ancak,

Britanya'da bu böceğin orta Pleyistosen dönemine ait örnekleri bulunmuş ve bu türün Sibirya'da yaşayan *M. dokuchaevi* türüyle benzer olduğu ortaya çıkmıştır (Elias, 1994).

Bering kara köprüsü üzerinden çeşitli Coleoptera gruplarının yer değiştirme tarihçesi Elias vd. (2000) tarafından tartışılmış, ABD'nin Teksas eyaletindeki Chihuahuan Çölü Coleopteralarının geç Pleyistosen ve Holosen zoocoğrafik tarihi ise Elias (1992) tarafından analiz edilmiştir. Bu tarihlerin oluşturulmasında kullanılan fosil kanıtları buzul dönemlerinde yüksek enlem faunasını korumada buzul sığınaklarının önemini belgelemektedir. Örneğin Beringiya, Kuzey Kutbu'ndaki soğuğa adapte olmuş faunanın en önemli sığınağıydı. Bunun yanı sıra, Coleoptera kanıtları, Şili kıyılarının buzulsuz bölgelerinin Güney Amerika'nın soğuğa adapte olmuş faunası için bir sığınak oluşturduğunu göstermektedir (Elias, 1994).

Coleoptera fosilleri arkeoloji alanında da önemli veriler sunmaktadır. Coleoptera toplulukları, diğer birçok biyolojik göstergeyle birlikte, Holosen ortasında Avrupa'nın peyzajı üzerinde insan etkisinin sonuçlarını açıkça kaydetmektedir (Elias, 2010). Ormanlık alanlara bağımlı Coleoptera türleri, Holosen boyunca ormanlık alanların bileşimindeki doğal değişiklikleri kaydetmekle kalmaz, aynı zamanda Avrupa'nın büyük bir bölümünde ormanlık alanların yoğunluğunun azaldığını veya artan tarım ve hayvancılık taleplerini karşılamak için tamamen yok edildiğini de ortaya koyar (Whitehouse & Smith, 2010). Bu da, doğal orman örtüsüne bağımlı bazı Coleoptera türlerinin ortadan kalkmasına ve bunların tarım uygulamaları ve insan yerleşimleriyle ilişkili türlerle yer değiştirmesine yol açmıştır (Whitehouse, 2006). Bunlara tahıl üretimi zararlıları, evcil hayvanlarla ilişkili dışkı ve parazit türleri ve insan yerleşimleriyle ilişkili, evlerin zeminlerinde, çöp çukurlarında, çatı yapıları ve dolgularında, tabakhanelerde, lağımlarda, ahırlarda ve tekstil depolarında yer alan türler dâhildir (Kenward & Carrott, 2006; Smith & Kenward, 2011). İnsan faaliyeti, sinantropik türlerin (ekolojik olarak insanlarla yakından ilişkili olan türler), özellikle parazit türlerin veya insan cesetleri üzerinde bulunan türlerin varlığında da kendini gösterirken, diğer biyo-gösterge türleri, eski madencilik ve metal işçiliği gibi daha özel insan faaliyetlerini göstermektedir (Mighall vd., 2002; Panagiotakopulu vd., 2012).

Arkeolojik araştırmalarla ilgili önemli bir ilerleme, Roma ve Orta Çağ kalıntılarında keşfedilen *Sitophilus granaricus*'un dış iskelet parçalarından fosil Coleoptera materyalinde korunmuş DNA'nın elde edilmesidir (King vd., 2009). Kuvaterner dönem Coleoptera kalıntılarında elde edilen eski DNA'nın incelenmesi, Reiss'in (2006) Amerika'nın güneybatısındaki fosil Coleoptera DNA'sı üzerine yaptığı çalışma ile başlamıştır. Şimdiye kadar, Coleopterlardan elde edilen aDNA çalışmaları ya Holosen döneminin sonlarına ait fosillere ya da kalıcı olarak donmuş tortularda veya Amerika'nın güneybatısındaki fare atıkları içerisinde aşırı kurak koşullarda korunmuş fosillere odaklanmıştır. Bu iki aşırı ortam da DNA zincirlerini uzun süreler boyunca muhafaza edebilmektedir. Fosil topluluklarının moleküler genetik çalışmaları, tüm Coleoptera türlerinin olmasa da çoğunun yüz binlerce yıl boyunca bozulmadan kaldığına dair yaygın varsayımı test etme potansiyeline sahiptir (Elias, 1994). Reiss (2006) tarafından yapılan çalışmada, Teksas'ın Big Bend bölgesindeki fosil Coleoptera örneklerinden mitokondriyal DNA (mtDNA) elde edilmiştir. Fosiller, 23900 yıl öncesine ait fare atıklarından elde edilmiş ve burada *Ophryastes* cinsi böcek, *Harpalus* cinsi yer böceği ve *Onthophagus* cinsi gübre böceğinin fosil elytraları bulunmuştur. Reiss, bu örneklerden özellikle fosil yer böceği (*Harpalus*) örneklerinden mtDNA elde etmeyi başarmıştır. Coleoptera kalıntılarındaki DNA kontaminasyona açık olsa da ve analiz için nispeten büyük örnekler gerektirse de, bu yaklaşım Coleopteraların insan etkilerine yanıt olarak adaptasyon özelliklerini nasıl geliştirdiklerine dair önemli yeni bilgiler sağlayabilir. Arkeoloji için potansiyel olarak önemli ikinci bir gelişme, Coleoptera kitinindeki izotopik fraksiyonlamanın analizidir, çünkü bu, farklı arkeolojik dönemlerde insanlar tarafından gerçekleştirilen sürü veya mahsul türlerindeki değişiklikler veya göçebe hayvancılık gibi geçmişteki tarım uygulamaları hakkında bilgiler elde edilmesini sağlar (King, 2012).

7. Sonuç ve Öneriler

Coleoptera kalıntıları genellikle Kuvaterner tortularında en çeşitli böcek fosilleri grubudur ve çoğu zaman en bol bulunanlardır. Bunlar, göl, kıyı bölgeleri ve akarsuların göl veya göletlere döküldüğü yerler, akarsuların kanal kıvrımları, akıntılar arasındaki havuzlar, bataklıklar, sulak alanlar, çamurlar, kemirgenlerin atık yığınları ve gelgit alanları gibi sahalarda neredeyse tüm karasal ve tatlı su alanlarını kolonileştirerek çok geniş bir habitat alanını işgal ederler. Bunların oluştuğu kitinli dış iskeletler oldukça sağlamdır ve çok sayıda Coleoptera fosilinin tür düzeyinde tanımlanmasına olanak tanıyan yeterli yapısal ayrıntılar içerir. Bu özellikleri Coleoptera'yı Kuvaterner dönemi paleoortamsal değişimlerin belirlenmesi konusunda oldukça önemli hale getirmektedir.

Isıl tercihleri ve hoşlanmadıkları şeyler, hızlı göç etme yetenekleriyle birleştiğinde, Coleoptera'yı paleosıcaklıkların ideal göstergeleri haline getirir. Karşılıklı iklim aralığı yöntemi ve hidrojen/oksijen izotop verileri kullanılarak Kuvaterner dönemi boyunca meydana gelen iklim değişimleri belirlenebilmekte ve hem yaz hem de kış mevsimlerine ait nicel paleosıcaklık verileri elde edilebilmektedir. Bu iklim değişimleri sırasında gerçekleşen Coleoptera türlerinin yeryüzündeki göç hareketleri ve sığınak alanları belirlenebilmektedir. Bitkiyle beslenen türler paleovejetasyon toplulukları, ormanlık alanların yoğunluğu ve çeşitliliğindeki değişiklikler, devrilmiş, çürümüş ağaçların ve bunlarla ilişkili mantarların varlığı gibi bilgiler sağlayabilir. Bu sayede polen verilerinin olmadığı yerlerde paleovejetasyon hakkında bilgi elde etmek mümkün hale gelir. Bunun yanı sıra, otlatma ve yangınların etkileri, yerleşme değişimleri, kentsel alanlardaki yaşam koşulları, tarım ve hayvancılık faaliyetleri, vejetasyon tahribi ve antropojenik vejetasyon türlerinin ortaya çıkışı gibi konularda arkeoloji alanına önemli katkılar sunar.

Sunduğu değerli verilere rağmen Coleoptera analizine dayalı çalışmalar yeryüzünde oldukça az sayıdadır. Coleoptera'nın yeryüzündeki geniş dağılımı ve Kuvaterner boyunca yapısının değişmemiş olması ileride yapılacak çalışmalar için önemli bir potansiyel sunar. Bu nedenle bu çalışmaların arttırılmasına ve diğer verilerle karşılaştırmalar yapılarak paleoortamsal değişimlere ait verilerin güçlendirilmesine ihtiyaç vardır.

Kaynakça

- Allen, J. R. M., Scourse, J. D., Hall, A. R., & Coope, G. R. (2009). Palaeoenvironmental context of the Late-glacial woolly mammoth (*Mammuthus primigenius*) discoveries at Condover, Shropshire, UK. *Geological Journal*, 44(4), 414-446.
- Ammann, B., L. Chaix, U. Eicher, S. Elias & M. Gaillard, (1983). Vegetation, insects, mollusks and stable isotopes in Late-Würm deposits at Lobsigensee (Swiss Plateau). *Rev. Paléobiol.* 2 184–204.
- Arnett, R. H., Jr., (1973). The Beetles of the United States, a Manual for Identification. The American Entomological Institute, Ann Arbor, Michigan, 1, 112 pp.
- Atkinson, T. C., Briffa, K. R. & Coope, G. R. (1987). Seasonal temperatures in Britain during the past 22000 years reconstructed using beetle remains, *Nature*, 325, 587–92.
- Atkinson, T. C., Briffa, K. R., Coope, G. R., Joachim, M., & Perry, D. (1986). Climatic calibration of coleopteran data. In: Berglund BE (ed.) *Handbook of Holocene Palaeoecology and Palaeohydrology*, pp. 851–858. New York: Wiley.
- Buckland, P. C. & Coope, G. R. (1991). *A Bibliography and Literature Review of Quaternary Entomology*. J.R. Collis, Sheffield.
- Coope, G. R. (1959). A late Pleistocene insect fauna from Chelford, Cheshire. *Proceedings of the Royal Society of London. Series B. Biological Sciences*, 151(942), 70-86.
- Coope, G. R. (1967). The value of Quaternary insect faunas in the interpretation of ancient ecology and climate. In *Quaternary Palaeoecology* (edited by E.J. Cushing, H.E. Wright Jr.). Yale University Press, New Haven, 359–380.
- Coope, G. R. (1979). Late Cenozoic fossil Coleoptera: evolution, biogeography, and ecology. *Annual Review of Ecology and Systematics*, 10, 247-267.
- Coope, G. R. (1986). Coleoptera analysis. In *Handbook of Holocene Palaeoecology and Palaeohydrology* (edited by B.E. Berglund), John Wiley and Sons, Chichester and New York, 703–13.
- Coope, G. R. (2004). Several million years of stability among insect species because of, or in spite of, Ice Age climatic instability?. *Philosophical Transactions of the Royal Society of London. Series B: Biological Sciences*, 359(1442), 209-214.
- Coope, G. R. (2010). Coleopteran faunas as indicators of interglacial climates in central and southern England. *Quaternary Science Reviews*, 29, 1507–1514.
- Coope, G. R., & Brophy, J. A. (1972). Late Glacial environmental changes indicated by a coleopteran succession from North Wales. *Boreas*, 1(2), 97-142.
- Coope, G. R., & Lemdahl, G. (1995). Regional differences in the Lateglacial climate of northern Europe based on coleopteran analysis. *Journal of Quaternary Science*, 10(4), 391-395.
- Coope, G. R., Lemdahl, G., Lowe, J. J., & Walkling, A. (1998). Temperature gradients in northern Europe during the last glacial–Holocene transition (14-9 14C kyr BP) interpreted from

coleopteran assemblages. *Journal of Quaternary Science: Published for the Quaternary Research Association*, 13(5), 419-433.

- Dammer, J., Weyda, F., Benes, J., Sopko, V., Jandajsek, I., & Pfliegerova, J. (2013). High resolution radiography of ambers with pixel detectors. *Journal of Instrumentation*, 8(03), C03024.
- Davis, S. R., Brown, A. G., & Dinnin, M. H. (2007). Floodplain connectivity, disturbance and change: a palaeontomological investigation of floodplain ecology from south-west England. *Journal of Animal Ecology*, 76, 276-288.
- Elias, S. A. (1982). Holocene insect fossils from two sites at Ennadai lake, Keewatin, Northwest Territories, Canada. *Quaternary Research*, 17(3), 371-390.
- Elias, S. A. (1990). Observations on the taphonomy of late Quaternary insect fossil remains in packrat middens of the Chihuahuan Desert. *Palaos*, 5, 356-363.
- Elias, S. A. (1992). Late Quaternary zoogeography of the Chihuahuan Desert insect fauna, based on fossil records from packrat middens. *Journal of Biogeography*, 285-297.
- Elias, S. A. (1994). *Quaternary Insects and their Environments*. Smithsonian Institution Press, Washington, DC.
- Elias, S. A. (1997). The Mutual Climatic Range Method of palaeoclimatic reconstruction based on fossil insects: new applications and interhemispheric comparisons. *Quaternary Science Reviews*, 16, 1217-26.
- Elias, S. (2001). Coleoptera and Trichoptera, In J.P. Smol, H.J.B. Birks and W.M. Last (eds), *Tracking environmental change using lake sediments*. Volume 4: Zoological indicators. Dordrecht: Kluwer, pp. 67-80.
- Elias, S.A. (2007a). Beetle records: overview. In *Encyclopedia of Quaternary Science* (edited by S.A. Elias). Elsevier, Amsterdam, 153-163.
- Elias, S.A. (2007b). Postglacial North America. In *Encyclopedia of Quaternary Science* (edited by S.A. Elias). Elsevier, Amsterdam, 275-286.
- Elias, S. A. (2010). *Developments in Quaternary Science. Volume 12: Advances in Quaternary Entomology*. Elsevier, Amsterdam.
- Elias, S. A., Anderson, K. H., & Andrews, J. T. (1996). Late Wisconsin climate in northeastern USA and southeastern Canada, reconstructed from fossil beetle assemblages. *Journal of Quaternary Science: Published for the Quaternary Research Association*, 11(5), 417-421.
- Elias, S. A., Berman, D., & Alfimov, A. (2000). Late Pleistocene beetle faunas of Beringia: where east met west. *Journal of Biogeography*, 27(6), 1349-1363.
- Elias, S. A., & Matthews Jr, J. V. (2002). Arctic North American seasonal temperatures from the latest Miocene to the Early Pleistocene, based on mutual climatic range analysis of fossil beetle assemblages. *Canadian Journal of Earth Sciences*, 39(6), 911-920.

- Elias, S. A., & Wilkinson, B. (1983). Lateglacial insect fossil assemblages from Lobsigensee (Swiss Plateau). Studies in the late Quaternary of Lobsigensee 3. *Revue de paléobiologie*, 2(2), 189-204.
- Girling, M. A. (1988). The bark beetle *Scolytus scolytus* (Fabricius) and the possible role of elm disease in the early Neolithic. *Archaeology and the Flora of the British Isles*, 14, 34-38.
- Greenwood, M. T., Agnew, M. D., Wood, P. J. (2003). The use of caddisfly fauna (Insecta: Trichoptera) to characterise the Lateglacial River Trent, England. *Journal of Quaternary Science*, 18, 645–661.
- Gröcke, D. R., van Hardenbroek, M., Sauer, P. E., & Elias, S. A. (2010). Hydrogen isotopes in beetle chitin. In *Chitin: Formation and Diagenesis* (pp. 105-116). Dordrecht: Springer Netherlands.
- Heingård, M., Sjövall, P., Schultz, B. P., Sylvestersen, R. L., & Lindgren, J. (2022). Preservation and taphonomy of fossil insects from the earliest Eocene of Denmark. *Biology*, 11(3), 395.
- Hill, J. K., Griffiths, H. M., & Thomas, C. D. (2011). Climate change and evolutionary adaptations at species' range margins. *Annual review of entomology*, 56(1), 143-159.
- Hodgson, D. A., & Convey, P. (2005). A 7000-year record of oribatid mite communities on a maritime-Antarctic island: responses to climate change. *Arctic, Antarctic, and Alpine Research* 37, 239–245.
- Hoganson, J. W., & Ashworth, A. C. (1992). Fossil beetle evidence for climatic change 18,000–10,000 years BP in south-central Chile. *Quaternary Research*, 37(1), 101-116.
- Iannuzzi, L., Liberal, C. N., de Souza, T. B., Pellegrini, T. G., da Cunha, J. C. S., Koroiva, R., ... & Leivas, F. W. T. (2020). Sampling methods for beetles (Coleoptera). In *Measuring arthropod biodiversity: a handbook of sampling methods* (pp. 125-185). Cham: Springer International Publishing.
- Kabalak, M., Aracagök, D., & Torun, M. (2020). Extraction, characterization and comparison of chitins from large bodied four Coleoptera and Orthoptera species. *International Journal of Biological Macromolecules*, 145, 402-409.
- Kenward, H., & Carrott, J. (2006). Insect species associations characterise past occupation sites. *Journal of Archaeological Science*, 33(10), 1452-1473.
- King, G. A. (2012). Isotopes as palaeoeconomic indicators: new applications in archaeoentomology. *Journal of Archaeological Science*, 39(2), 511-520.
- King, G. A., Gilbert, M. T. P., Willerslev, E., Collins, M. J., & Kenward, H. (2009). Recovery of DNA from archaeological insect remains: first results, problems and potential. *Journal of Archaeological Science*, 36(5), 1179-1183.
- Kuzmina, S. A., Sher, A. V., Edwards, M. E., Haile, J., Yan, E. V., Kotov, A. V., & Willerslev, E. (2011). The late Pleistocene environment of the Eastern West Beringia based on the principal section at the Main River, Chukotka. *Quaternary Science Reviews*, 30(17-18), 2091-2106.
- Lavoie, C., & Arseneault, D. (2001). Late Holocene climate of the James Bay area, Québec, Canada, reconstructed using fossil beetles. *Arctic, Antarctic, and Alpine Research*, 33(1), 13-18.

- Lemdahl, G. (1988). Insect remains from an Alleröd peat at Lake Bysjön, South Sweden. *Boreas*, 17(2), 265-266.
- Lemdahl, G. (2000). Late-glacial and early-Holocene Coleoptera assemblages as indicators of local environment and climate at Kråkenes Lake, western Norway. *Journal of Paleolimnology*, 23(1), 57-66.
- Marra, M. J., & Leschen, R. A. B. (2011). Persistence of New Zealand Quaternary beetles. *New Zealand Journal of Geology and Geophysics*, 54(4), 403-413.
- Masek, M., Motyka, M., Kusy, D., Bocek, M., Li, Y., & Bocak, L. (2018). Molecular phylogeny, diversity and zoogeography of net-winged beetles (Coleoptera: Lycidae). *Insects*, 9(4), 154.
- Mattos, E. C. D., Marciano, M. A. M., Daros, V. D. S. M. G., Faccini, C. C., Lourenço, A. M., & Pereira-Chiocola, V. L. (2020). Fragment detection of Coleopteran and Triatomine insects in experimentally contaminated acai pulp and sugarcane juice. *Revista da Sociedade Brasileira de Medicina Tropical*, 53, e20190119.
- Mighall, T. M., Timberlake, S., Clark, S. H. E., & Caseldine, A. E. (2002). A palaeoenvironmental investigation of sediments from the prehistoric mine of Copa Hill, Cwmystwyth, mid-Wales. *Journal of Archaeological Science*, 29(10), 1161-1188.
- Miller, R. F. & Elias, S. A. (2000). Late-glacial climate in the Maritime Region, Canada, reconstructed from mutual climate range analysis of fossil Coleoptera. *Boreas*, 29, 79-88.
- Miller, R. F., Fritz, P., & Morgan, A. V. (1988). Climatic implications of D/H ratios in beetle chitin. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, 66(3-4), 277-288.
- Olsson, F., & Lemdahl, G. (2009). A continuous Holocene beetle record from the site Stavsåkra, southern Sweden: implications for the last 10 600 years of forest and land use history. *Journal of Quaternary Science*, 24(6), 612-626.
- Panagiotakopulu, E., Greenwood, M. T., & Buckland, P. C. (2012). Insect fossils and irrigation in medieval Greenland. *Geografiska Annaler: Series A, Physical Geography*, 94(4), 531-548.
- Peris, D., Maier, C. A., Sánchez-García, A., & Delclòs, X. (2015). The oldest known riffle beetle (Coleoptera: Elmidae) from Early Cretaceous Spanish amber. *Comptes Rendus Palevol*, 14(3), 181-186.
- Ponel, P., Coope, R., Antoine, P., Limondin-Lozouet, N., Leroyer, C., Munaut, A. V., ... & Guiter, F. (2005). Lateglacial palaeoenvironments and palaeoclimates from Conty and Houdancourt, northern France, reconstructed from Beetle remains. *Quaternary Science Reviews*, 24(23-24), 2449-2465.
- Ponel, P. & Lowe, J. J. (1992). Coleopteran, pollen and radiocarbon evidence from the Prato Spilla 'D' succession, N. Italy. *Comptes Rendues de l'Académie des Sciences, Paris, Serie II*, 315, 1425-1431.
- Rees, D. P. (2018). Coleoptera. In *Integrated management of insects in stored products* (pp. 1-39). CRC Press.

- Reiss, R. A. (2006). Ancient DNA from ice age insects: proceed with caution. *Quaternary Science Reviews*, 25(15-16), 1877-1893.
- Robinson, M. (2001). Insects as palaeoenvironmental indicators. In *Handbook of Archaeological Sciences* (edited by D.R. Brothwell and A.M. Pollard), John Wiley & Sons, Chichester and New York, 121–33.
- Rozanski, K., Araguás-Araguás, L., & Gonfiantini, R. (1993). Isotopic patterns in modern global precipitation. *Climate change in continental isotopic records*, 78, 1-36.
- Schenk, F., Välranta, M., Muschitiello, F., Tarasov, L., Heikkilä, M., Björck, S., ... & Wohlfarth, B. (2018). Warm summers during the Younger Dryas cold reversal. *Nature communications*, 9(1), 1634.
- Schmidt, J., Scholz, S., & Will, K. (2022). Character analysis and descriptions of Eocene sphodrine fossils (Coleoptera, Carabidae) using light microscopy, micro-CT scanning, and 3D imaging. *Deutsche Entomologische Zeitschrift*, 69(1), 19-44.
- Sharma, S., Sharma, G., & Pir, F. A. (2019). Diversity and habitat selection of aquatic beetles (Coleoptera). *IOSR Journal Of Pharmacy And Biological Sciences (IOSR-JPBS) e-ISSN*, 14, 31-37.
- Sloggett, J. J., & Majerus, M. E. (2000). Habitat preferences and diet in the predatory Coccinellidae (Coleoptera): an evolutionary perspective. *Biological Journal of the Linnean Society*, 70(1), 63-88.
- Smith, D., & Kenward, H. (2011). Roman grain pests in Britain: implications for grain supply and agricultural production. *Britannia*, 42, 243-262.
- Van Geel, B., Coope, G. R., & van der Hammen, T. (1989). Palaeoecology and stratigraphy of the Lateglacial type section at Usselo (the Netherlands). *Review of Palaeobotany and Palynology*, 60, 25–129.
- Walker, M. J. C., Coope, G. R., Lowe, J. J. (1993). The Devensian (Weichselian) Lateglacial palaeoenvironmental record from Gransmoor, East Yorkshire, England. *Quaternary Science Reviews*, 12(8), 659–680.
- Whitehouse, N. J. (2006). The Holocene British and Irish ancient woodland fossil beetle fauna: implications for woodland history, biodiversity and faunal colonisation, *Quaternary Science Reviews*, 25, 1755–89.
- Whitehouse, N. J., & Smith, D. (2010). How fragmented was the British Holocene wildwood? Perspectives on the “Vera” grazing debate from the fossil beetle record. *Quaternary Science Reviews*, 29(3-4), 539-553.
- Wielkopolan, B., & Obrępańska-Stęplowska, A. (2016). Three-way interaction among plants, bacteria, and coleopteran insects. *Planta*, 244(2), 313-332.

BÖLÜM 4

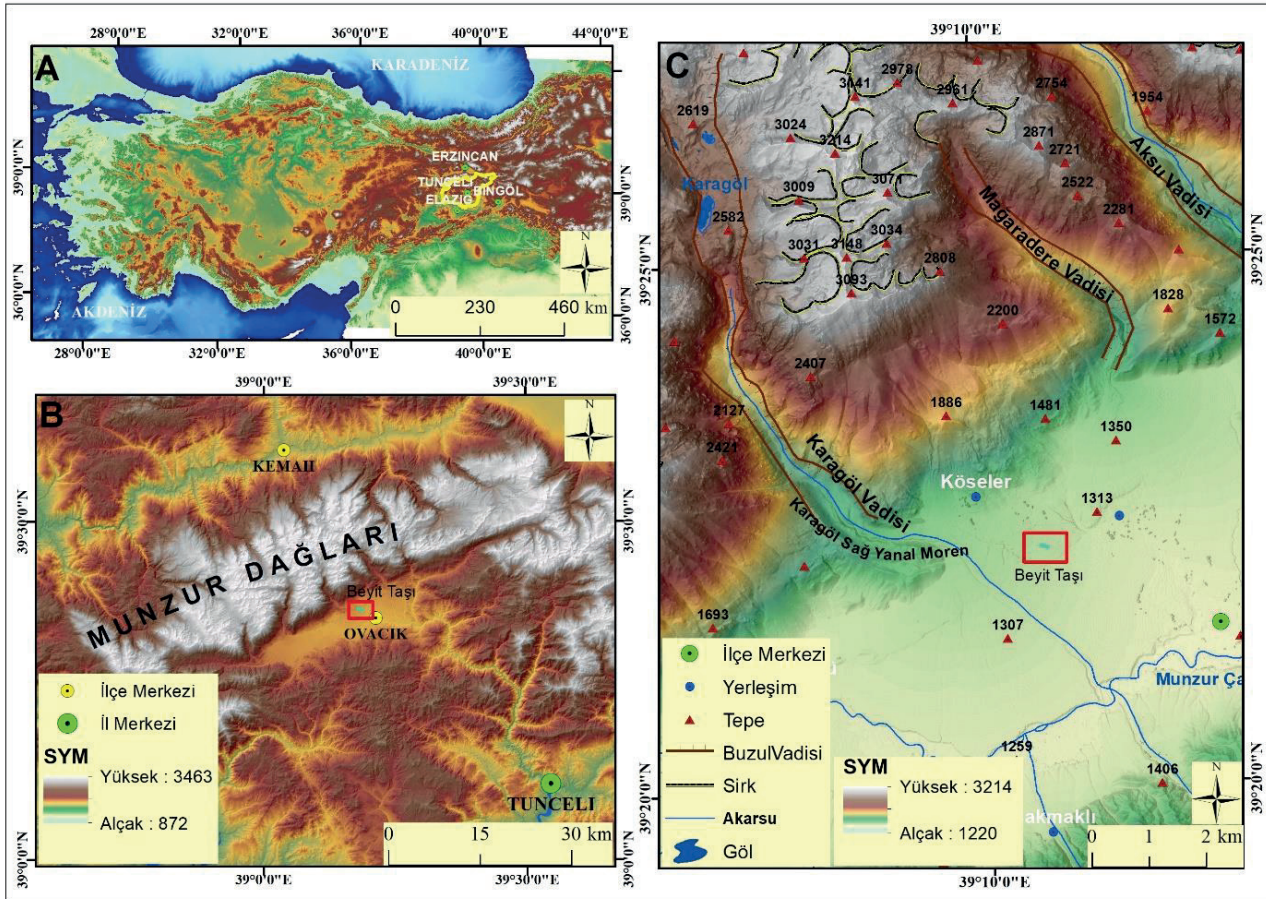
KARAGÖL BUZUL VADİSİ ÖNLERİNDE (MUNZUR DAĞLARI, TUNCELİ) ESKİ BİR MOREN DEPOSUNUN (TİLLİT) JEOMORFOLOJİK ANALİZİ VE PALEO- GLASİYAL ANLAMI

Zeynel ÇILĞIN¹

¹ Doç. Dr., Munzur Üniversitesi, Edebiyat Fakültesi, Coğrafya Bölümü, Tunceli, Türkiye ORCID:0000-0002-8132-8774

1. Giriş

Munzur Dağları (39.4934°N, 39.1669°E), Doğu Anadolu Bölgesi'nde, Erzincan ve Tunceli illeri arasında doğu-batı doğrultusunda uzanan ve Kuvaterner Dönemi'nde yoğun buzullaşmalara maruz kalmış bir dağ sırasıdır. En yüksek zirvesi Akbaba Tepe (3463 m) ile Türkiye'nin önemli buzullaşma sahalarından birini oluşturur (Bilgin, 1972; Çılgin, 2020) (Şekil 1). Dağlar, litostratigrafik olarak ağırlıklı olarak kireçtaşı hakimiyetindeki karbonatlı kayalardan oluşmakta olup, bu yapı karstik süreçlerin yoğunlaşmasına neden olmuştur (Çılgin vd., 2014). Kuvaterner Dönemi'nde, özellikle Pleistosen'in soğuk dönemlerinde, dağlar yoğun buzullaşmalara maruz kalmış ve bu süreçler günümüz jeomorfolojisini şekillendirmiştir (Bilgin, 1972; Çılgin, 2013 ve 2020). Çalışma alanı ile doğrudan ilişkili olan Karagöl Buzul Vadisi, Munzur Dağları'nın güneybatı yamacında, Ovacık Ovası'na açılan önemli bir buzul vadisi. Vadi, kuzey-güney doğrultusunda uzanmakta ve üst kesimlerinde Karagöl adlı bir buzul gölü barındırmaktadır (Çılgin, 2024). Vadi tabanı, U-şeklinde bir profile sahip olup, buzul aşınımının izlerini taşımaktadır. Vadinin ovaya açıldığı kesimde, yan moren sırtları ve sandur düzlüğü gibi birikim şekilleri yaygındır (Çılgin, 2013).



Şekil 1. Çalışma alanının konumu.

Bu çalışma, Tunceli Ovacık ilçesi sınırlarında bulunan Karagöl Buzul Vadisi'nin ovaya açıldığı kesimin yaklaşık 2 km güneydoğusunda tespit edilen ve Beyit Taşı olarak bilinen diyajenez sürecine maruz kalmış eski bir moren deposunu (tillit) incelemektedir. Depo, yaklaşık 100-110 m uzunluğunda, 20-25 m genişliğinde ve 5-6 m yüksekliğinde olup, ana hatları ile çakıl boyutunda bir matrise sahiptir. Bu depo, standart morenlerden farklı olarak günlenmiş ve konglomeratik bir yapıya sahip olup, yoğun günlenme belirtileri göstermektedir (Foto 1, 2). Deponun konglomera dönüşümü, günlenme süreçlerine bağlı renk koyulaşması ve üzerinde başlayan karstik süreçler, standart Son Buzul Maksimumu (ing. LGM) morenlerinden farklı olarak onun daha eski bir buzullaşma dönemine

ait olduğunu düşündürmektedir. Araştırmanın amacı, bu deponun jeomorfolojik özelliklerini tanımlamak, relatif yaşını belirlemek ve paleo- glasiyal bağlamını değerlendirerek Munzur Dağları'ndaki buzullaşma kronolojisine katkı sağlamaktır. Bu tür lokal depolar, bölgesel glasiyal kronolojinin anlaşılmasında kritik rol oynar, çünkü çok evreli buzullaşmaların delillerini sunarlar.



Foto 1. Beyit Taşı (eski bir tillin taşlaşması ile oluşan tillit). Geride Karagöl Vadisi ağız kısmı (kuzeybatıya bakış).

Bununla birlikte bu çalışma, Karagöl Buzul Vadisi ile ilişkili belirli bir depo ile sınırlıdır. Saha çalışmaları 2024-2025 yazında yapılmış olup, kozmojenik tarihleme gibi ileri yöntemler kullanılmamıştır. Bu yöntemlerin kullanılması gelecek çalışmalar için önem arz etmektedir. Ayrıca deponun sedimantolojik karakterizasyonu için laboratuvar analizleri yapılması gerekmektedir.

Çalışmada, saha gözlemleri, coğrafi bilgi sistemleri Google Earth ve HGM Küre ile uzaktan algılama incelemeleri yapılmış ve literatür taraması kullanılarak deponun jeomorfolojik özellikleri analiz edilmiş, paleo-glasiyal bağlamı değerlendirilmiştir.

Saha gözlemleri esnasında deponun uzunluğu, yüksekliği ve materyal bileşimi ölçülmüştür. Konglomera yapısı, renk analizi ve karstik özellikler (küçük çözünme çukurları) not edilmiştir. Karstik özellikler (erime yüzeyleri) fotoğraflandırılmıştır. Ayrıca deponun özelliklerini yansıtan bölümleri farklı açılardan fotoğraflandırılmıştır. HGM Küre ve Google Earth görüntüleri kullanılarak, depo alanı (Beyit Taşı) ve çevresinin görüntüsü işlenmiştir. DEM verileri ile alanın lokasyon ve jeomorfoloji haritası yapılmıştır. Beyit Taşı'nın yaşı, günlenme derecesi, karstlaşma seviyesi ve konglomera oluşumu çerçevesinde relatif olarak değerlendirilmiştir.



Foto 2. Beyit Taşı. Geride Ovacık Ovası (güneydoğuya bakış).

2. Önceki Çalışmalar

Çalışma alanına yakın konumda bulunan Munzur Dağları, Türkiye'nin Doğu Anadolu Bölgesi'nde Kuvaterner buzullaşmalarının izlerini taşıyan önemli dağlık alanlardan biridir. Munzur Dağları'ndaki buzullaşmaya ilişkin ilk bulgular Louis (1944) tarafından ortaya konulmuş ve bu çalışmada bölgede buzul kökenli yer şekillerinin varlığı ilk kez bilimsel olarak ifade edilmiştir. Daha sonraki yıllarda Akkan (1964), özellikle Munzur Dağları'nın kuzey yamaçlarında buzul sirkleri ve buzul vadileri gibi karakteristik buzul şekillerinin geliştiğini belirtmiştir. Bölgeye yönelik ilk kapsamlı jeomorfolojik değerlendirme ise Bilgin (1972) tarafından gerçekleştirilmiştir. İlgili çalışmada, Kuvaterner'in soğuk dönemlerinde Munzur Dağları'nda buzullaşmanın etkin olduğu ortaya konulmuş, dağların orta ve doğu kesimlerinde yer alan başta buzul vadileri, sirkler ve moren şekillerini ayrıntılı bir şekilde haritalandırılmış ve söz konusu buzullaşmalar Würm I ve Würm II ilerleme–geri çekilme evreleri ile ilişkilendirilmiş ve buzullaşma döneminde kalıcı kar sınırı 2750 m olarak belirlenmiştir. Aynı çalışmada, Karagöl Vadisi'ni de içeren güney-güneybatı aklında, vadi buzullarının 1400 m kotlara kadar indiğini belirtmiştir. Çılgin (2013), Ovacık Ovası'nın jeomorfolojik gelişiminde buzullaşmaların rolünü vurgulamış ve sandur ovalarının oluşumunu detaylandırmıştır.

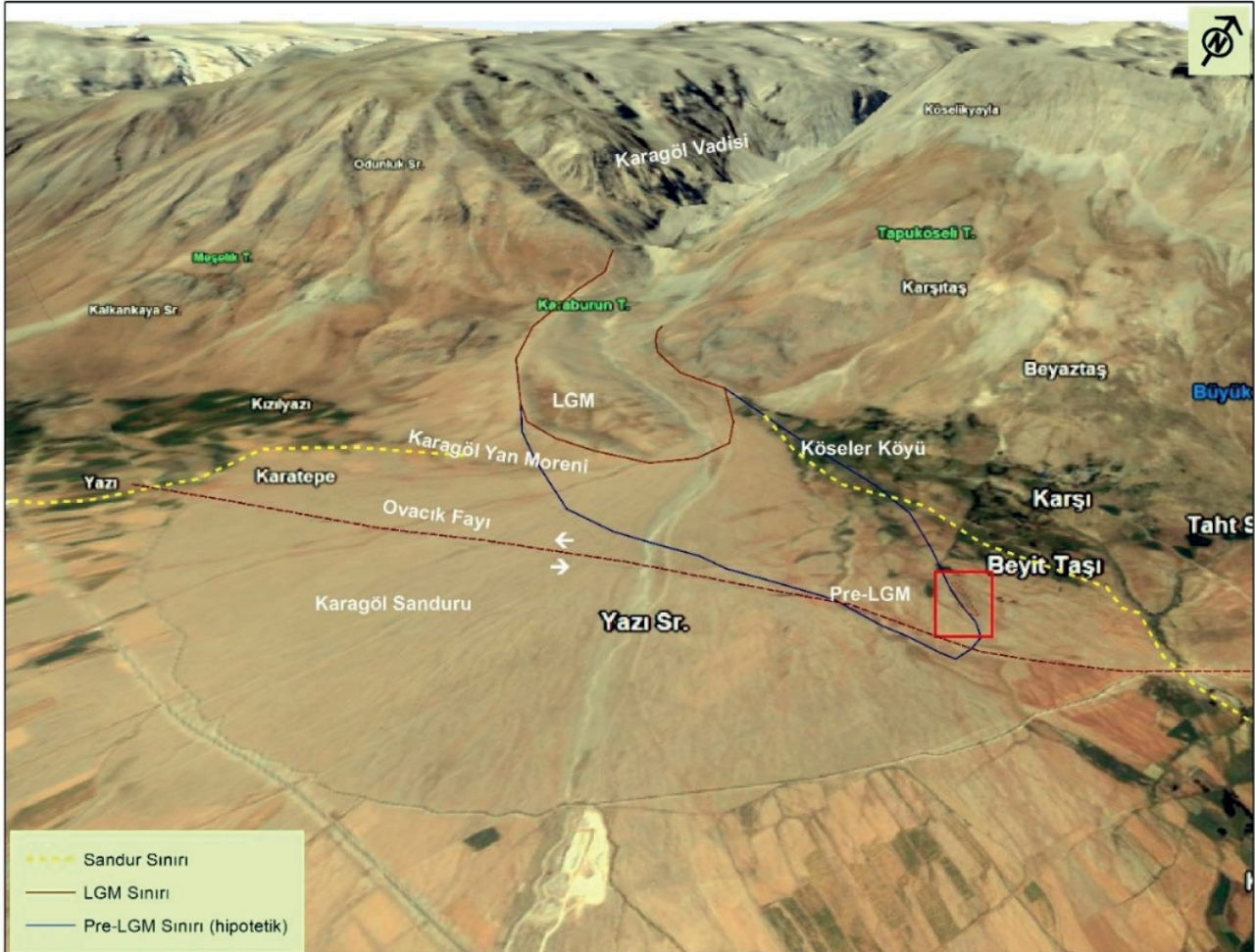
Son yıllarda yüksek çözünürlüklü topografik verilerin kullanımı ve uzaktan algılama tekniklerindeki gelişmeler, Munzur Dağları'ndaki buzullaşmanın mekânsal dağılımının daha ayrıntılı biçimde değerlendirilmesine olanak sağlamıştır (Sarıkaya, 2011; Yeşilyurt, 2010, 2012; Bayrakdar vd., 2015). Bu kapsamda Sarıkaya (2011), yüzölçümü 0,1 km²'den küçük olan 13 adet küçük sirk buzulu tanımlamış; Yeşilyurt (2010, 2012), 120'den fazla aktif buzul varlığından bahsetmiştir. Bayrakdar vd. (2015) ise uzaktan algılama verileri ve saha temelli buzul jeomorfolojisi gözlemlerine dayanarak Şahintaşı Sirk Buzulu'nu aktif bir buzullaşma örneği olarak doğrulamış ve 4 terminal moren tanımlamıştır. Daha yakın tarihli bir çalışmada Çılgin (2020), Munzur Dağları'ndaki paleo-buzulların yayılış alanlarını belirlemiş; üç boyutlu buzul modellemesi, paleo-kalıcı kar sınırı hesaplamaları ve paleo-iklim modellemesini içeren bütüncül bir yaklaşım sunmuştur. Bu çalışmaya göre; Munzur Dağları'nda Pleyistosen döneminde buzullarının maksimum yayılış döneminde 600 km² buzul alanı, 45 km³ hacim, kalıcı kar sınırını (ing. ELA) 2600 m yükselti değerlerine ulaştığı belirlenmiştir.

Yapılan çalışma ile bu dönemdeki sıcaklık düşüşü ise 8-10°C olarak bulunmuştur. Bu çalışma içinde yer alan Karagöl Vadisi ile ilgili olarak yapılan paleo-buzul rekonstrüksiyonunda, burada yer alan paleo-buzulun uzunluğu 13.458 km, minimum kotu 1366 m ve maksimum kotu 3290 m ve ortalama buzul kalınlığı 68 m olarak belirtilmiştir (Çılğın, 2020). Ayrıca, Karagöl Vadisi'nin ağız kısmında yer alan sağ yanal moren sırtı 3 km'yi aştığı ifade edilmiştir (Çılğın, 2013). Çılğın (2024) Munzur Dağları'ndaki buzul göllerini incelemiş ve Karagöl'ü dağdaki en büyük buzul gölü olarak tanımlamıştır.

3. Çalışma Alanı

3.1. Coğrafi Konum ve Topografya

Munzur Dağları kabaca 39°-40° K enlemleri ve 38°-40° D boylamları arasında yer alır. Karagöl Vadisi, Ovacık ilçesinin kuzeyinde (yaklaşık 6 km), Munzur Dağları'nın güneybatı yamacında konumlanmıştır. Vadi, kuzey-güney doğrultusunda uzanır ve Ovacık Ovası'na (yaklaşık 1400 m kot) açılır. Vadinin uzunluğu yaklaşık 6 km, genişliği 1-2 km arasında olup, üst kesimlerinde Karagöl adlı en büyük buzul gölünü barındırır ve U-şeklinde bir profile sahiptir (Bilgin, 1972; Çılğın, 2013). Üst kesimlerde buzul kaynak sahasını oluşturan sirkler, sonrasında buzul aşınım yüzeyleri, hörgüç kayalar ve morenler hakimdir; alt kesimlerde U-profil vadi tabanı ve morenler görülür. Vadinin ovaya açıldığı kesimde yan moren sırtları (örneğin, sağ yan moren yaklaşık 3 km uzunlukta, 100 m kalınlıkta) ve sandur ovaları gibi birikim şekilleri yaygındır (Çılğın, 2013). İncelenen moren deposu, vadinin ovaya açıldığı noktanın 2-2,5 km güneydoğusunda, yaklaşık 1325-1335 m kotlarda yer alır (Şekil 2). Depo, ovaya doğru hafif eğimli bir alanda konumlanmış olup, çevresinde sandur materyalleri ve flüvyo-glasiyal depolar bulunmaktadır.



Şekil 2. Karagöl Vadisi ve Beyit Taşı'nın HGM Küre'den alınan görüntüsü.

3.2. Jeoloji ve Litostratigrafi

Çalışma alanının Munzur Dağları'nda Mesozoik yaşlı birimlerin büyük bir kısmı, Üst Triyas–Üst Kretase aralığında çökelmiş, başlıca şelf ortamında gelişmiş neritik karbonatlarla temsil edilen Munzur Kireçtaşları'ndan oluşmaktadır. Bu karbonat istifi, çalışma alanının kuzeyinde yer alan Munzur Dağları'nın büyük bölümünde geniş bir yayılım göstermektedir. Litolojik olarak yer yer metamorfizmaya uğramış olmakla birlikte, genel olarak taze, masif ve kalın tabakalı kireçtaşlarından oluşmaktadır. Algli ve resifal kireçtaşları baskın kaya türlerini oluştururken, orta seviyelerde oolitli kireçtaşları, üst kesimlerde ise pelajik çakmaktaşı kireçtaşı birimleri gözlenmektedir. Bölgedeki diğer jeolojik birliklerle tektonik dokanaklı olan ve ayırt edici litolojik ile stratigrafik özellikler sergileyen bu kalın karbonat istifi, bağımsız bir tektono-stratigrafik birim olarak değerlendirilmektedir (Özgül, 1981). Söz konusu kireçtaşlarının yaşı, Karagöl Deresi'nin yukarı kesimleri ile Ziyaret Tepesi ve çevresinden alınan örneklerde belirlenen miliolidae ve küçük orbitolinidler ile Aksu Deresi orta kesimlerinden elde edilen ve Orbitolina, *O. conoidea* ve *O. trochus* içeren mikrofosil topluluklarına dayanarak Alt Kretase olarak tanımlanmıştır (Ketin, 1945).

Çalışma alanı içinde bir diğer önemli birim ise jeoloji haritalarında Kuvaterner döneminde çökelen alüvyonlardır. Bunların önemli bir kısmını ova morfolojisi üzerinde en belirleyici etkiye sahip birimlerden biri olan sandurlar oluşturmaktadır (Çılgin, 2013). Bu birimler, buzulların gerileme evresinde debileri artan Aksu Deresi, Mağaradere, Karagöl Deresi, Ziyaret Deresi ve Kurudere tarafından buzul kökenli bol miktarda malzemenin taşınıp biriktirilmesiyle oluşmuştur. Ovalık alanda geniş yayılım gösteren sandurlar, büyük ölçüde büyük çakıl ve bloklardan oluşan kaba taneli depoları ile karakterizedir. Bu kaba malzemenin yüksek geçirimsizliğe sahip olması, sandur alanlarında yeraltı suyu dolaşımının gelişmesini kolaylaştırmaktadır.

Çalışma sahasının da içinde yer aldığı bölge, özellikle Miyosen döneminden itibaren genç tektonik gerilme kuvvetlerinin etkisi altındadır. Bu dinamik yapının bir sonucu olan düşey blok faylanmalar, Munzur Dağları genelinde belirgin bir biçimde gözlemlenmektedir.

Ovacık ilçe merkezinin kuzeyi Karataş, Paşadüzü ve Koyungölü yerleşmeleri yakınlarından geçen ve Kuvaterner çökellerini de kesen sol yanal yönlü doğrultu atımlı Ovacık Fayı sahanın en önemli fay hattıdır (Şekil 2). Kuzeydoğu-güneybatı doğrultusunda uzanan bu hat, bölgenin jeolojik karakterini belirleyen en önemli faylardan biri olarak nitelendirilmektedir (Arpat ve Şaroğlu, 1975; Özgül, 1981).

3.3. İklim Özellikleri

Güncel İklim Özellikleri

Munzur Dağları ve yakın çevresinin iklim özellikleri, Köppen–Geiger sistemine göre nemli karasal iklim (D) tipinde yer almaktadır (İyigün vd., 2013; Türkeş, 2011). Bölge iklimi, çok soğuk kışlar ve ılıman yazlar ile tanımlanmakta; kış mevsiminde kar yağışı belirleyici bir unsur oluşturmaktadır. Yağış rejimi belirgin biçimde mevsimseldir; yağışların büyük bölümü geç sonbahar, kış ve erken ilkbahar aylarında gerçekleşirken, yaz ayları belirgin bir kurak dönem oluşturmaktadır. Ovacık istasyonu yaklaşık 965–1050 mm ile en yüksek yağış değerlerine sahipken, Munzur Dağları'nın orografik etkisi, özellikle Ovacık çevresinde yağış miktarını artıran temel faktördür (Bayrakdar vd., 2015). Sıcaklık verileri, bölgenin geniş yıllık sıcaklık genliklerine sahip tipik bir karasal iklim özelliği taşıdığını ortaya koymaktadır. Yıllık ortalama sıcaklık, Ovacık'ta 9,8 °C ve civarındadır. Ovacık'ta kış aylarında görülen düşük sıcaklıklar, ova tabanında sıkça gelişen sıcaklık terselmesi (enversiyon) olayları ile açıklanmaktadır. Munzur Dağları ve çevresi, yarı nemli–nemli karasal, kışları soğuk ve karlı, yazları ise görece ılıman ve kurak geçen, topoğrafyanın iklim üzerinde güçlü bir denetim oluşturduğu geçiş karakterli bir iklim bölgesi olarak tanımlanabilir. Bu iklim koşulları, bölgedeki hidrolojik süreçler ve özellikle glasiyal–periglasiyal şekillenme üzerinde belirleyici rol oynamaktadır.

İklim Koşullarının Buzul Gelişimine Etkisi

Munzur Dağları ve yakın çevresi, yarı nemli–nemli karasal iklim özellikleri sergileyen, kışları uzun ve soğuk, yazları ise görece serin ve kurak geçen bir iklim rejimi altında yer almaktadır (Bayrakdar vd., 2015). Bu iklim yapısı özellikle kar birikimi, kar kalıcılığı ve buzul oluşumu açısından elverişli koşullar sunmaktadır. Ovacık meteoroloji istasyonuna ait uzun dönem verileri, bölgedeki iklimin belirgin karasallık ve güçlü topografik kontrol altında olduğunu göstermektedir. Yağışların büyük bölümünün geç sonbahar, kış ve erken ilkbahar aylarında yoğunlaşması, yüksek kesimlerde uzun süreli kar örtüsünün oluşmasına olanak tanımaktadır. Özellikle Munzur Dağları'nın güney yamaçlarında orografik yükselme ile artan yağış miktarı, paleo-buzullaşma alanlarında kar birikiminin sürekliliğini destekleyen temel faktörlerden biri olmuştur. Sıcaklık rejimi, yüksek yıllık termal genlikler ve düşük kış sıcaklıkları ile karakterizedir. Orografik yükselme ile oluşan yağışlar ve yükselti, kar örtüsünün erimesini geciktirerek sirk tabanlarında ve gölgeli yamaçlarda mikroklimatik soğuk alanların gelişmesine katkı sağlamaktadır. Bu durum, Munzur Dağları'ndaki sirklerin büyük bölümünün kuzey ve kuzeydoğu bakılı yamaçlarda yoğunlaşmasını açıklayan önemli bir iklimsel denetim unsurudur. Yaz aylarında yağışların belirgin biçimde azalmasına rağmen, yüksek kesimlerde sıcaklıkların görece düşük seyretmesi, geçmişte buzulların kütle dengesi açısından olumlu koşullar altında geliştiğini göstermektedir. Günümüzde birkaç küçük sirk buzuluna ev sahipliği yapan Munzur Dağları (Sarıkaya, 2011; Bayrakdar vd., 2015) Pleyistosen'in soğuk dönemleri boyunca sirk ve vadi buzullarının gelişmesine dolayısı ile buzul şekillerinin topografyaya damgasını vurduğu bir manzara ortaya çıkarmıştır. Özetle, Munzur Dağları'nda gözlenen buzul şekilleri ve bunların dağılışı, yalnızca morfolojik ve litolojik faktörlerle değil; aynı zamanda yarı nemli karasal iklim koşulları, orografik yağış artışı, düşük kış sıcaklıkları ve topoğrafyaya bağlı mikroklimatik farklılıkların birleşik etkisiyle şekillenmiştir. Bu bağlamda iklim, Munzur Dağları'ndaki glasiyal mirasın anlaşılmasında temel belirleyici unsurlardan biridir.

4. Bulgular

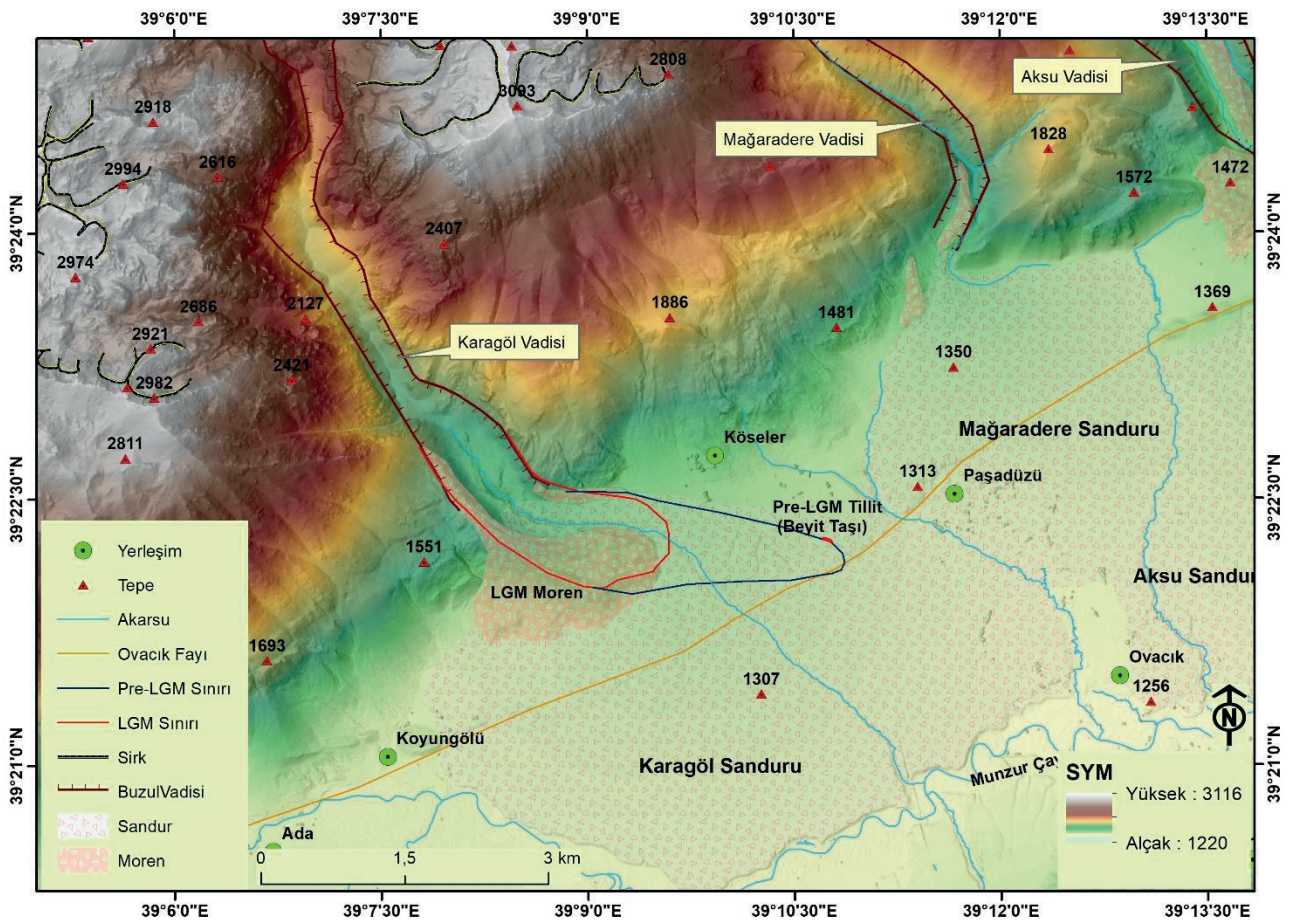
4.1. Moren Deposunun Jeomorfolojik Özellikleri ve Arazi Konumu

Bu çalışma kapsamında incelenen kayaç birimi, güncel bir buzul vadisinden yaklaşık 2 km yatay mesafede gözlemlenmiş olup, eski bir moren birikimi (deposu) ile ilişkilendirilmektedir. Beyit Taşı olarak adlandırılan ve glasiyal kökenli olduğu değerlendirilen bu depo, 100-110 m uzunlukta, 20-25 m genişlikte ve 5-6 m yükseklikte sırt şeklinde ana hatları ile Karagöl Vadisinin ağız kısmındaki geometriye uyumlu olacak şekilde kuzeybatı-güneydoğu doğrultusunda uzanmaktadır. Batı yönünde daha düşük eğim değeriyle depo sırtına geçiş görülürken, doğu yamaçta eğim değeri biraz daha yüksektir ve bu haliyle batıya doğru hafif tiltlenmiş görüntüsü vardır. Bu durumun oluşmasında, deponun yaklaşık 250 m güneyinden geçen Ovacık Fayı'ndan etkilenmiş olması ihtimali ile birlikte deponun doğu ve batısından yüzeysel akış gösteren küçük sel yarıntılarının farklı aşınımına sebep olması da bu durumu kazanmasına yol açmış olabilir. Depo, Karagöl Vadisi'nin ana yan morenlerinden ayrı olup, daha eski bir buzul diline ait buzul önü depolanma pozisyonuna uyum sağladığı görülmektedir. Deponun, LGM'e atfedilen Karagöl ana morenlerinden (Yeşilyurt vd., 2017) yaklaşık 1700 m daha ileride yer alması çökelme koşullarının daha eski bir buzullaşma dönemine ait olduğunu göstermektedir. Birimin matrisi ise ağırlıklı olarak kireçtaşı kökenli, yarı köşeli, çakıl boyutlu ve karbonatlı çimento ile diyajenez geçirmiş konglomera-breş yapısındadır. Yüzey rengi, koyu gri-koyu kahverengi, günlenme maruziyeti yüksek, oksidasyonlu ve karstik erime süreçleri başlamıştır. Üzerinde küçük karstik oyuklardan (1-5 cm çap) daha büyük erime çukurlarına (70-80 cm çap) varan karstik erime yüzeyleri mevcut olup, bu da uzun süreli günlenme maruziyetini gösteren belirteçlerden biridir. Çevrede ise flüviyal erozyon izleri mevcuttur. Birimin, topografik konumu (Şekil 2, 3) ve jeomorfolojik özellikleri bölgenin eski bir buzul döngüsü sırasında (muhtemelen Son Buzul Maksimumu'ndan daha eski) aktif bir buzullaşma ortamına sahip olduğunu ve buzul ilerlemesi ile geri çekilmesi sırasında önemli miktarda till malzemesi çökelttiğini göstermektedir. Bu till

malzemesinin diyajenez süreçleri sonucunda tillite (taşlaşmış till) dönüştüğü hipotezi, litolojik ve mineralojik özelliklerle desteklenmektedir (Tablo 1).

Tablo 1. Depo Özellikleri Karşılaştırması.

Özellik	Beyit Taşı (Tillit)	Karşılaştırma (Karagöl Sağ Yanal Morenleri-Ana Morenler-)
Uzunluk	100 m	3 km
Yükseklik	5-6 m	100 m
Matris Boyutu	Çakıl (2-64 mm); iri çakıl (64 – 256 mm); yer yer blok	İnce ve iri unsurlu malzeme, iri çakıl ve iri bloklar
Yapı	Konglomeratik	Gevşek-konsolide değil
Renk	Koyu gri-Koyu kahverengi	Açık gri
Karstlaşma	Mevcut (oyuklar, erime yüzeyleri, boşlukları vb)	Yok
Günlenme	Yüksek	Düşük
Yaş	Olasılıkla Pre-LGM	LGM (büyük bölümü)



Şekil 3. Çalışma alanı çevresinin jeomorfoloji haritası.

4.2. Paleo-glasiyal Bağlam

Türkiye’de buzul kronolojisi ile ilgili yapılan çalışmalar, en erken Geç Kuvaterner buzul ilerlemesinin MIS-4 evresinde (yaklaşık 71 ka -bin yıl- önce) başladığını ve MIS-3 evresi sonunda (yaklaşık 29–

30 ka önce) sona erdiğini göstermektedir (Sarıkaya & Çiner, 2015). Yaklaşık 21 ka önce gerçekleşen Son Buzul Maksimumu (LGM), buzul alanlarının en geniş yayılımına ulaştığı dönemi temsil etmektedir. LGM'yi izleyen Geç Buzul Dönemi (19–13 ka) ile Genç Dryas evresi (13–11,7 ka) boyunca ise buzullaşmada yeniden artışlar gözlenmiştir (Akçar vd., 2017; Sarıkaya & Çiner, 2017; Bayrakdar vd., 2024).

Literatürde, Karagöl Vadisi'ndeki ana morenler LGM'ye (yaklaşık 22 ka) atfedilmektedir (Yeşilyurt vd., 2017). Bu depo, boyut ve yaşlanma özellikleri ile daha eski bir evreye (MIS 4, ~70 ka) işaret eder. Konglomera oluşumu, uzun süreli taşlaşma (diyajenez) süreci gerektirir; karstlaşma sonucu meydana gelen erime boşlukları ise yine uzun bir süreç içinde, binlerce yılı bulan bir süreçte gerçekleşmektedir. Munzur Dağları'nın buzul kronolojisine ilişkin veriler henüz tam bir bütünlük arz etmese de Bilgin (1972) bu dağlarda oluşan buzullaşmaları Würm I ve II dönemlerine atfetmiştir. Yeşilyurt vd. (2017), Karagöl Vadisi'ndeki yanal morenlerden derledikleri örnekler üzerinde kozmojenik yüzey tarihlendirmesi çalışmaları yürütmüşlerdir. Söz konusu çalışmanın öncül bulguları ışığında, Karagöl Vadisi'ndeki ilk buzul ilerlemesinin muhtemelen ~36 ka (bin yıl) öncesinde gerçekleştiği değerlendirilmektedir. İkinci buzul evresinin küresel Son Buzul Maksimumu (LGM) ile (kuzey yarım küre için $22,1 \pm 4,3$ ka; Shakun ve Carlson 2010) zamansal açıdan örtüştüğü, son evrenin ise Geç Buzul dönemine (~16 ka) tarihlendiği saptanmıştır (Yeşilyurt vd., 2017). Karagöl Vadisi'nin sonlandığı noktada yer alan yan morenler LGM'ye (yaklaşık 22 ka) atfedilmektedir (Yeşilyurt vd., 2017). Beyit Taşı olarak adlandırılan ve incelemesi yapılan kayaç birimi, konum ve günlenme özellikleri dikkate alındığında görece yaşı daha fazla olan eski bir evreye (olasılıkla MIS 4, ~70 ka) işaret eder. Karagöl Vadisi önünde yer alan morenlerden yaklaşık 1,7 km daha ileride yer alması depolandığı dönemde buzullaşmaların daha şiddetli ve yaygın olduğunu, buzul dillerinin LGM'e göre daha fazla ilerlediğini işaret etmektedir. Bu durum ise dolaylı olarak iklimde olasılıkla daha soğuk ve nemli bir iklimin yaşandığını ima etmektedir.

4.3. Litolojik Özellikler ve Petrografik Tanımlama

Kayaç Türü ve Bileşimi

Kayaçlar, birbirine çimentolaşmış çeşitli boyutlarda (çakıl, taş ve blok) köşeli ve yarı yuvarlak klastlardan (tanelerden) oluşmuş, bir konglomera veya breş yapısı sergilemektedir. Bu klastlar, buzul taşıma mekanizması gereği tipik olarak çok kötü boylanma (ing. very poorly sorted) özelliği sergilerler; yani, kil ve silt boyutundaki matristen (zemin madde) metre ölçeğindeki bloklara kadar geniş bir tane boyu dağılımı gözlenir. Bu kırıntı çeşitliliği ve boylanma eksikliği, buzulların sürtünme ve koparma yoluyla elde ettiği buzul kırıntıları (ing. glacial debris) için teşhis edici bir özelliktir. Tillit (taşlaşmış till), buzul hareketleriyle taşınan ve çökelen, kötü boylanmış ve genellikle köşeli unsurları barındıran bir klastik sedimanter kayaçtır (Bennet & Glasser, 2009). İncelenen birimin eski bir moren deposu olması ve diyajenez koşulları, bu birimin tillit olma olasılığını yüksek hale getirmektedir.

Köken ve Mineraloji

Kayaç içindeki çakıl, taş ve blok boyutundaki klastların kayaç analizi, bunların büyük ölçüde Munzur Dağları'nın ana litolojik birimi olan Munzur Kireçtaşı'ndan türediğini göstermektedir. Bu durum, buzul havzasının ve/veya kırıntı kaynağının ağırlıklı olarak karbonatlı kayaçlardan oluştuğunu işaret eder. Buzul erozyonunun (plucking ve abrasion) bir sonucu olarak, kırıntılar köşeli veya yarı-köşeli olabilmektedir, bu da flüviyal taşınımının aksine buzul hareketinin belirgin bir özelliğidir. Bu durum, buradaki birimin eski bir moren deposunda (buzul tarafından taşınan ve bırakılan malzeme yığını) çökelmiş olması, kayaçların kökeninin till (buzul çökeli) olduğunu güçlü bir şekilde destekler. Bir tillin zamanla taşlaşması ile tillit meydana gelmiştir.

Kireçtaşı Kökenli Klastlar ve Karstlaşma: İçindeki taş, çakıl ve blokların kireçtaşı'ndan türemiş olması ve karstik süreçlere (kimyasal ayrışma/çözünme) maruz kalması, bu kayaçların karbonatlı bir bileşime sahip olduğunu gösterir. Bu, bölgedeki buzul kaynak sahasının litolojisiyle uyumludur ve

kayaçların yüzeyinde görülen çukurlu, oyuklu ve aşınmış (günlenmiş) yapıyı açıklamaktadır (Foto 3). Karstlaşma, tillitin içindeki kireçtaşı parçalarını çözerek kayaçta belirgin boşluklar oluşturmuştur.



Foto 3. Beyit Taşı üzerinde gözlenen nispeten büyük ölçekli karstik aşınım yüzeyleri (solda) ve küçük ölçekli erime yüzeyleri (sağda).

Klast-Matris İlişkisi

İncelenen kayaçlar, sedimanter kayaç terminolojisinde konglomeratik bir doku göstermektedir. Ancak, tillit için ayırıcı özellikler taşıyan bu yapı, aşağıdaki gibidir:

Kötü Boylanma (Poor Sorting): Kayaçlar, kilden (matris) blok boyutuna kadar değişen geniş bir klast spektrumu barındırmaktadır. Bu kötü boylanma, glasiyal çökellerin tipik özelliğidir, zira buzul hareketi ile oluşan taşınma (transport) boylanma mekanizmalarına izin vermez (Foto 4).

Klast Bileşimi: Kayaç içerisindeki klastların büyük çoğunluğunun yerel jeolojiden türeyen kireçtaşı olması, buzulun taşıdığı malzemenin (buzul yükü) litolojisini yansıtmaktadır.



Foto 4. Üstte nispeten iri unsurlu çakıl- blok boyutunda malzemedan oluşan; altta ise kum, silt ve kil boyutunca ince malzemedan oluşan birim (solda). İnce ve iri unsurlu bir matrise sahip konglomeratik kayaç (sağda). Kayaç üzerinde çimentolaşmış yarı köşeli iri çakıl ve bloklar yer almaktadır.

Diyajenez ve Tillit Oluşumu

Başlangıçta gevşek bir till (moren) olan malzemenin, üzerindeki yükün baskısı ve kimyasal ayrışmanın etkisi ile zamanla çimentolaşarak tillite dönüşümü, diyajenez sürecinin sonucudur. Karbonatça zengin klastların çözünmesi, çimentolama malzemesini sağlayarak kayaç kütlesinin sertleşmesini sağlamıştır.

4.4. Göreceli Yaş Tespiti

Beyit Taşı'nın LGM morenlerinden farklı olarak bu denli yüksek bir günlenme ve kimyasal ayrışma süreçlerine ulaşmış olması, bu birimin Son Buzul Maksimumu veya Geç Buzul Dönemini oluşturan en genç buzullaşma evresinden daha eski bir döneme (muhtemelen MIS 4 veya daha eski) ait olduğunu düşündürmektedir. Bu derece yoğun günlenme maruziyeti, glasiyal depolardaki kireçtaşı kırıntılarının kimyasal ayrışma hızına bağlı olarak, formasyonun yüzeylenme süresinin yani atmosferik etkiye maruziyetinin uzunluğuna (yüksek günlenme yaşı) işaret etmektedir. Kayaçların yüzeyindeki aşınma, parçalanma ve çukurlu yapılar başka bir ifadeyle yüksek günleme, buzul döneminden bu yana geçen uzun bir süre boyunca yoğun kimyasal ve mekanik ayrışmaya maruz kaldığını gösterir (Foto 5). Bu da eski bir buzullaşma döngüsünde çökeltme ve taşlaşma hipotezi ile tutarlıdır.



Foto 5. Tillitler üzerinde oluşan günlenme etkileri.

5. Sonuç ve Metodolojik Gereklilikler

Sunulan görsel veriler ve paleo-glasiyal bağlamsal bilgiler, incelenen kayaç kütlesinin Munzur Dağları bölgesindeki eski bir glasiyal depoyu temsil eden tillit olduğu hipotezini yüksek oranda desteklemektedir. Kesin jeolojik sınıflandırma ve dönemsel yaş tayini için aşağıdaki laboratuvar çalışmalarına ihtiyaç vardır:

Sürtünme İzleri (Striasyonlar): Buzul hareketiyle taşınan bloklarda oluşan, paralel çizgi şeklindeki sürtünme izleri (striasyonlar), o klastın buzul kökenli (till) olduğunun önemli kanıtıdır. Bu izler kayaçların kesitlerinden incelenmelidir.

Petrografik Kesit İncelemeleri: Mikroskop altında, matris bileşiminin, klastların dokusal ilişkilerinin ve çimentolanma tipinin belirlenmesi yapılmalıdır.

Jeokronoloji: Buzullaşma evresinin yaşını tayin etmek amacıyla, uygun klastlar üzerinde kozmojenik nüklid veya optik olarak uyarılmış lüminesans (OSL) gibi yöntemlerle mutlak yaş analizlerinin yapılması gerekmektedir.

Depo, buzul erozyonuyla taşınan materyallerin birikimiyle oluşmuş; post-glasiyal dönemlerde konglomeralanmıştır. Birimin kireçtaşlarından oluşması nedeniyle oluşan karstlaşma uzun bir zaman

periyodunda gerçekleşmiştir. Bu süreçlerin yanı sıra, moren deposu bağlamı, kötü boylanmış konglomeratik görünüm ve yoğun yüzey ayrışması, kayaçların tillit olabileceği yönündeki değerlendirmeyi güçlü bir şekilde desteklemektedir.

Bulgular, Karagöl Vadisi'ndeki bu eski deponun Son Buzul Maksimumu (LGM) öncesi bir döneme (muhtemelen MIS 4 veya daha eski) ait olabileceğini böylece Munzur Dağları'ndaki çok evreli buzullaşma tarihini desteklediğini ve bölgenin paleo-klimatik rekonstrüksiyonuna önemli katkı sağladığını göstermektedir. Deponun konumu, Karagöl Vadisi'nin ana yan morenlerinden ayrı olması ve daha eski bir buzul diline işaret etmesi, buzul dinamiklerin zaman içindeki evrimine ışık tutmaktadır.

Teşekkür ve Katkı Belirtme

Bu çalışmayı, 122Y360 nolu proje ile destekleyen Türkiye Bilimsel ve Teknolojik Araştırma Kurumu (TÜBİTAK)'na teşekkür ederim.

Kaynakça

- Akçar, N., Yavuz, V., Yesilyurt, S., Ivy-Ochs, S., Reber, R., Bayrakdar, C., Kubik, P.W., Zahno, C., Schlunegger, F., Schlüchter, C., 2017. Synchronous Last Glacial Maximum across the Anatolian peninsula. In: Hughes, P.D., Woodward, J.C. (Eds.), *Quaternary Glaciation in the Mediterranean Mountains*. Geol. Soc. London Spec. Publ. 433, London, pp. 251–270. <https://doi.org/10.1144/SP433.7>.
- Akkan, E. (1964). *Erzincan ovası ve çevresinin jeomorfolojisi* (No. 153). Ankara Üniversitesi Dil ve Tarih-Coğrafya Fakültesi Yayınları.
- Arpat, E., Şaroğlu, F. (1975). Türkiye’deki Bazı Önemli Genç Tektonik Olaylar, Bull. Geol. Soc. Turkey 18, 91-101.
- Bayrakdar, C., Çılğın, Z., Döker, M.F., & Canpolat, E. (2015). Evidence of an active glacier in the Munzur Mountains, eastern Turkey. *Turkish Journal of Earth Sciences*, 24, 56–71. <https://doi.org/10.3906/yer-14037>
- Bayrakdar, C., Çılğın, Z., Sarış, F., Yeşilyurt, S., Keserci, F., Büyükdeniz, & Y., Akçar, N. (2024). Late pleistocene glacial history of Mount Karadağ, SW Türkiye. *Geomorphology*, 467, 109467. <https://doi.org/10.1016/j.geomorph.2024.109467>
- Bennet, M., Glasser, N. (2009). *Glacial Geology, Ice Sheets and Landforms*. UK: Wiley-Blackwell.
- Bilgin, T. (1972). *Munzur Dağları doğu kısmının glasiyal ve periglasiyal morfolojisi*. İstanbul Üniversitesi Yayınları No:1757; Coğrafya Enstitüsü Yayınları No: 69.
- Çılğın, Z., (2013). Ovacık Ovası (Tunceli) ve Munzur Dağlarının Güneybatı Aklının Jeomorfolojisinde Buzullaşmaların Etkisi. *Kilis Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi* 3 (6), 103-121.
- Çılğın, Z., Bayrakdar, C. & Oliphant, J. (2014). “An Example of Polygenetic Geomorphologic Development (Karst-Glacial-Tectonics) on Munzur Mountains: Kepir Cave-Elbaba Spring Karstic System”. *International Journal of Human Sciences*, 11(1), 89-104. doi: 10.14687/ijhs.v11i1.2724
- Çılğın, Z. (2020). 3D surface modeling of Late Pleistocene Glaciers in the Munzur Mountains (Eastern Turkey) and its palaeoclimatic implications. *Turkish Journal of Earth Sciences*, 29(5), 714–732. <https://doi.org/10.3906/yer-1905-18>
- Çılğın, Z. (2024). Munzur Dağlarında buzul gölleri. Kıranşan, K. (Ed.). *Fiziki Coğrafya Alanında Uluslararası Araştırmalar I* içinde (1-17). Konya; Eğitim yayınevi.
- İyigün, C., Türkeş, M., Batmaz, İ., Yozgatlıgil, C., Gazi, V. P., Koç, E. K. & Öztürk, M. Z. (2013). Clustering current climate regions of Turkey by using a multivariate statistical method. Theoretical and Applied Climatology. DOI 10.1007/s00704-012-0823-7
- Ketin, İ. (1945). 64/3 Paftası ile 63/1 Paftası Üzerinde Ovacık Bölgesine Ait Jeolojik Rapor, M.T.A. Rapor No. 1628. (Basılmamış).
- Louis, H. L. (1944). Evidence for Pleistocene glaciation in Anatolia. *Geologische Rundschau*, 34(7-8), 447-481.
- Özgül, N. (1981). *Munzur Dağları’nın jeolojisi* (Rapor No. 6995). Maden Tetkik ve Arama Enstitüsü.
- Shakun JD, Carlson AE (2010). A global perspective on Last Glacial Maximum to Holocene climate change. *Quaternary Science Reviews* 29: 1801-1816. doi: 10.1016/j.quascirev.2010.03.016
- Sarıkaya, M. (2011). Türkiye’nin güncel buzulları. İçinde Ekinçi, D. (Ed), *Fiziki Coğrafya Araştırmaları: Sistemik ve Bölgesel* (ss. 527-544). Türk Coğrafya Kurumu Yayınları.

- Sarıkaya, M., & Çiner, A. (2015). Late Pleistocene Glaciations and Paleoclimate of Turkey. *Bull Min Res Explor.*, 151, 107–127. <https://doi.org/10.19111/bmre.35245>
- Sarıkaya, M. A., & Çiner, A. (2017). Late Quaternary glaciations in the eastern Mediterranean. *Geological Society, London, Special Publications*, 433(1), 289-305. <https://doi.org/10.1144/SP433.4>
- Yeşilyurt, S. (2010). *CBS ve Uzaktan Algılama yöntemleriyle Munzur Dağları glasyal jeomorfolojisinin analizi*. [Yayınlanmamış Yüksek Lisans Projesi]. Ankara Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü.
- Yeşilyurt, S. (2012). *Late Quaternary glaciations of the Munzur Mountains, Eastern Anatolia, Turkey: an assessment using remote sensing and GIS techniques* [Conference presentation abstract]. *Quaternary International*, 279–280, 548.
- Yeşilyurt, S., Akçar, N. & Doğan, U. (2017). *Late Quaternary glaciations in some mountains of eastern Anatolia, Turkey*. [Conference presentation abstract]. International Symposium on Geomorphology; Elazığ, Turkey. p. 123.