

25-26 NİSAN
2025
ANKARA

DOĞAL KAYNAKLAR SEMPOZYUMU'2025 BİLDİRİLER KİTABI

tmmob
TÜRK MÜHENDİS VE MİMAR ODALARI BİRLİĞİ



TMMOB
MADEN MÜHENDİSLERİ ODASI



DOĞAL KAYNAKLAR SEMPOZYUMU

DOĞAL KAYNAKLAR SEMPOZYUMU'2025

BİLDİRİLER KİTABI

NATURAL RESOURCES SYMPOSIUM'2025

PROCEEDINGS BOOK

25-26 Nisan / April 2025

Ankara- Türkiye



DOĞAL KAYNAKLAR SEMPOZYUMU'2025
BİLDİRİLER KİTABI

NATURAL RESOURCES SYMPOSIUM'2025
PROCEEDINGS BOOK

25-26 Nisan / April 2025

Ankara- Türkiye

İnternet Sitesi / Website: <https://dogalkaynaklarsempozyumu.tr/?lang=tr>

Tüm Hakları Saklıdır ©2025

TMMOB Maden Mühendisleri Odası'nın yazılı izni olmaksızın bu kitap veya bu kitabın herhangi bir kısmı yayınlanamaz.

All rights reserved ©2025

No parts of this book may be reproduced in any forms any means, without written permission of The Chamber of Mining Engineers of Turkey.

Bildiriler e-kitap biçiminde yayınlanmıştır.

The proceedings are available in e-book format

ISBN: 978-605-01-1736-3

ÖNSÖZ

Doğal kaynakların etkin, verimli ve devamlılığı güvence altına alacak biçimde yönetimi; ülkemizin ekonomik kalkınması, çevresel değerlerinin korunması ve gelecek kuşaklara karşı sorumluluklarımız açısından yaşamsal öneme sahiptir. Bu anlayış doğrultusunda düzenlenen 2025 Doğal Kaynaklar Sempozyumu, 25–26 Nisan 2025 tarihlerinde Ankara’da TMMOB Makina Mühendisleri Odası Eğitim ve Kültür Merkezi’nde başarıyla gerçekleştirilmiştir.

İki gün süreyle dokuz oturumdan oluşan sempozyum kapsamında toplam 26 sunum yapılmıştır. Sempozyum; *Doğa ve Etik, Atmosfer ve Su, Toprak, Tarım, Orman, Mera ve Kalkınma, Ekosistem ve Biyoçeşitlilik, Jeotermal, Maden, Çevresel Politikalar ve Kurumsal Yapılar, Teknoloji, Üretim ve Tüketim başlıklı oturumlar ile Kapanış Oturumundan* oluşmuştur. Bu oturumlarda doğal kaynakların korunması ve kullanımı; bilimsel, teknik, ekonomik, hukuksal ve etik boyutlarıyla kapsamlı biçimde ele alınmış, farklı uzmanlık alanlarını bir araya getiren bir yaklaşımla değerlendirilmiştir.

Sempozyumda sunulan 26 bildiriden 14’ü tam metin olarak, 12’si ise özet metin olarak bildiri kitabında yer almaktadır. Akademisyenler, kamu kurumları temsilcileri, sektör temsilcileri ve ilgili tüm paydaşların katkılarıyla gerçekleşen sunumlar; doğal kaynak yönetiminde gelecek kuşakları gözeten, çevresel etkilerin azaltılması ve kamu yararının gözetilmesi açısından önemli değerlendirmeler ortaya koymuştur. Sempozyum boyunca yürütülen tartışmalar, ülkemizin doğal kaynak politikalarına ve uygulamalarına ışık tutacak nitelikte değerli bir birikim sağlamıştır.

Elinizde bulunan bu kitap, yalnızca bir sempozyum çıktısı değil; aynı zamanda doğal kaynakların sermayenin ve rant gruplarının çıkarlarının yerine ülkenin kalkınması toplumsal refahın artmasını hedefleyen ve öne çıkaran, bilimsel temelde, etik sorumluluk bilinciyle ve kullanım ilkeleri doğrultusunda ele alınmasına katkı sunan kolektif bir çalışmadır. Bilimsel bilginin paylaşılması ve kurumsal hafızaya dönüştürülmesi, mesleki gelişimin sürekliliği açısından büyük önem taşımaktadır.

Sempozyumun düzenlenmesinde emeği geçen Düzenleme ve Yürütme Kurulu Üyelerine, Oturum Başkanlarına, bildirileriyle katkı sunan değerli konuşmacılara ve katılım sağlayan akademi, kamu, özel sektör ve sivil toplum temsilcilerine teşekkür ederim. Bu eserin, doğal kaynakların sürekliliği açısından ve kamu yararını esas alan bir anlayışla yönetilmesine katkı sağlamasını temenni ederim.

Saygılarımla,

Ayhan Yüksel

Sempozyum Düzenleme Kurulu Başkanı

2025 Doğal Kaynaklar Sempozyumu

SEMPOZYUM YÜRÜTME KURULU

Sekreter: Fatih TÜTÜNCÜ (*TMMOB Maden Mühendisleri Odası*)

Sayman: Mehmet ZAMAN (*TMMOB Maden Mühendisleri Odası*)

M. Erşat AKYAZILI (*TMMOB Maden Mühendisleri Odası*)

Murat Çağrı ASİLER (*TMMOB Maden Mühendisleri Odası*)

Deniz ASLAN (*TMMOB Maden Mühendisleri Odası*)

Alper ENTOK (*TMMOB Maden Mühendisleri Odası*)

Necmi ERGİN (*TMMOB Maden Mühendisleri Odası*)

Cem GÖKDAĞ (*TMMOB Maden Mühendisleri Odası*)

Talat KARATAŞ (*TMMOB Maden Mühendisleri Odası*)

Pelin KERTMEN (*TMMOB Maden Mühendisleri Odası*)

Gülcan KOÇ (*TMMOB Maden Mühendisleri Odası*)

Dr. Ece KUNDAK (*TMMOB Maden Mühendisleri Odası*)

Dilan OLAĞAN TUNA (*TMMOB Maden Mühendisleri Odası*)

Veyis SIR (*TMMOB Maden Mühendisleri Odası*)

Kaya ŞAHİN (*TMMOB Maden Mühendisleri Odası*)

Dr. Bülent TOKA (*TMMOB Maden Mühendisleri Odası*)

Dr. İlgin KURŞUN ÜNVER (*TMMOB Maden Mühendisleri Odası*)

Mustafa BOYRAZ (*TMMOB Çevre Mühendisleri Odası*)

Tuğba UÇANKUŞ (*TMMOB Çevre Mühendisleri Odası*)

Bülent ÖZGÜMÜŞ (*TMMOB Elektrik Mühendisleri Odası*)

Halim KARAN (*TMMOB İnşaat Mühendisleri Odası*)

Mert KÖKSAL (*TMMOB Jeofizik Mühendisleri Odası*)

Burcu GÖRBİL (*TMMOB Jeoloji Mühendisleri Odası*)

Bülent BOZALİ (*TMMOB Kimya Mühendisleri Odası*)

İzzet SEFERBEYOĞLU (*TMMOB Makina Mühendisleri Odası*)

İsmail KÜÇÜK (*TMMOB Meteoroloji Mühendisleri Odası*)

Dr. Şükran ŞAHİN (*TMMOB Peyzaj Mimarları Odası*)

Serter GENÇAY (*TMMOB Şehir Plancıları Odası*)

Mehtap ERCAN BİLGİN (*TMMOB Ziraat Mühendisleri Odası*)

SEMPOZYUM DÜZENLEME KURULU

Başkan: Ayhan YÜKSEL (*TMMOB Maden Mühendisleri Odası*)

Şevket DEMİRBAŞ (*TMMOB*)

Ömer Ersin GİRBALAR (*TMMOB*)

Hüsnü MEYDAN (*TMMOB*)

Dr. Ayşegül ORUÇKAPTAN (*TMMOB*)

Deniz ÖZDEMİR (*TMMOB*)

Rüştü ÖZTÜRK (*TMMOB*)

Mustafa BOYRAZ (*TMMOB Çevre Mühendisleri Odası*)

Tuğba UÇANKUŞ (*TMMOB Çevre Mühendisleri Odası*)

Mahir ULUTAŞ (*TMMOB Elektrik Mühendisleri Odası*)

Alaattin Ali YOLCU (*TMMOB Elektrik Mühendisleri Odası*)

Halim KARAN (*TMMOB İnşaat Mühendisleri Odası*)

Ayhan İBEK (*TMMOB Jeofizik Mühendisleri Odası*)

Özgür DEĞİRMENCİ (*TMMOB Jeoloji Mühendisleri Odası*)

Zeynel Abidin GÖK (*TMMOB Jeoloji Mühendisleri Odası*)

Cengiz B. TOYGÜR (*TMMOB Kimya Mühendisleri Odası*)

İzzet SEFERBEYOĞLU (*TMMOB Makina Mühendisleri Odası*)

Yücel KAYA (*TMMOB Meteoroloji Mühendisleri Odası*)

Emel ÜNAL (*TMMOB Meteoroloji Mühendisleri Odası*)

Dr. Şükran ŞAHİN (*TMMOB Peyzaj Mimarları Odası*)

Serter GENÇAY (*TMMOB Şehir Plancıları Odası*)

Dr. Nihan YENİLMEZ ARPA (*TMMOB Ziraat Mühendisleri Odası*)

Yılmaz ÜLKÜ (*TMMOB Ziraat Mühendisleri Odası*)

1. OTURUM: DOĞA VE ETİK**Doğa Etik İlişkisi**

(Dr. Yasemin YALIM)8

Doğal Varlıklar ve Tarım Etiği

(Dr. Cemal TALUĞ)13

Jeotik ve Doğal Kaynakların Kullanımında Jeotiğin Önemi

(Dr. Yüksel ÖRGÜN TUTAY)19

2. OTURUM: ATMOSFER VE SU**Atmosfer, İklim ve İklim Değişimi**

(Emel ÜNAL, Zeynep Feriha ÜNAL)26

Anadolunun Paleoklimsel Evrimi

(Dr. Mine Sezgül KAYSERİ ÖZER, Funda AKGÜN)28

Su ve Su Politikaları

(İsmail KÜÇÜK)32

Su Kaynakları Yönetiminde İhmal Edilmiş Bir Doğal Kaynak: Yeraltı Suyu

(Dr. Mehmet EKMEKÇİ)34

3. OTURUM: TOPRAK, TARIM, ORMAN, MERA VE KALKINMA**Türkiye’de Toprak Sağlığının Korunması İçin Yeni Bir Yasal Çerçeve Gereksinimi**

(Dr. Günay ERPUL)37

Tarımsal Üretimde Meraların Geleceği

(Osman ÖZBAY)44

Ekonomik Büyüme, Toplumsal Kalkınma ve Doğal Kaynak Kullanımı İlişkisi

(Dr. Yener ATASEVEN)52

4. OTURUM: EKOSİSTEM VE BİYOÇEŞİTLİLİK**Doğal Varlık Yönetimindeki Politika Tercihlerinin Ekosisteme ve Biyoçeşitliliğe Etkileri**

(Dr. Nihan YENİLMEZ ARPA) 54

Peyzaj Şehirciliği Yaklaşımı ile Doğal Kaynakların Korunması ve Yönetimi

(Dr. E. Figen DİLEK, Rana TABAN)56

Yerel Bitki Türleri ile Peyzaj Tasarımı: Ekolojik ve Estetik Denge

(Dr. Zühal DİLAVER)68

5. OTURUM: JEOTERMAL

Türkiye’de Jeotermal Enerji

(Saffet DURAK)70

Jeotermal Sosyoloji

(Dr. Mehmet ŞENER)87

Jeotermal Sahalarda Re-enjeksiyon, Rezervuar Koruma ve Çevre Kirliliği Çalışmalarında Jeofizik Yöntemlerle Yaklaşım

(Ahmet ÜÇER)103

6. OTURUM: MADEN

Türkiye Madencilik Sektörü için Bir Politika Çerçevesi 105

Türkiye'nin Kritik Hammadde Potansiyeli, İhtiyacı ve Yönetimi

(Dr. Okay ÇİMEN)131

Türkiye Bor Potansiyeli Endüstriyel Uygulamalar ve Geleceği

(Cahit Helvacı)140

7. OTURUM: ÇEVRESEL POLİTİKALAR VE KURUMSAL YAPILAR

Madencilik Paradoksu Üzerine Düşünceler

(Dr. İrfan Bayraktar, Kemal Can YILMAZ)153

Peyzaj Çeşitliliği Mekansal Analizi

(Dr. Şükran ŞAHİN)160

Doğal Kaynaklar Bağlamında İnsan, Üretim ve Çevre İlişkisi

(Dr. Mehmet KARADENİZ)161

8.OTURUM: TEKNOLOJİ, ÜRETİM VE TÜKETİM

Madensiz Gelmeyecek

(Sait UYSAL)177

Yenilenebilir Enerji Üretiminde Doğal Kaynak Kullanımı

(Mahir ULUTAŞ)179

Türkiye'nin Stratejik Bor Rezervlerinin Temiz Enerji Teknolojilerindeki Rolü Gelecek Potansiyeli

(Ragıp KIZILTAŞ)181

Enerjide Özel Şirketlere Kamu Kaynaklarını Aktarmak için Yeni Gerekçe: Abartılı 2035 RES ve GES Hedefleri

(Şayende YILMAZ, Oğuz TÜRKYILMAZ, Orhan AYTAÇ)183

1.OTURUM: DOĞA VE ETİK

DOĞA-ETİK İLİŞKİSİ

Prof. Dr. Neyyire Yasemin YALIM

Ankara Üniversitesi Tıp Fakültesi Tıp Tarihi ve Etik Anabilim Dalı

Emekli Öğretim Üyesi
yalimx001@yahoo.com

ÖZ: Bu metin, insanın doğa ile ilişkisinin ve doğal varlıklara yönelik eylemlerinin değerlendirilmesinde etik yöntem bilgisinin oluşturduğu temeli, bu noktada var olan felsefi sorunları ele alıp incelemeyi ve bir çözüm önerisinde bulunmayı amaçlamaktadır.

Yirminci yüzyılın son yarısından başlayarak günümüze kadar gelen ve giderek artan çevre bilinci, doğaya ve doğal varlıklara yönelen insan eylemlerini değerlendirirken insan-merkezli yaklaşımdan doğa-merkezli yaklaşıma geçmeyi insanlık açısından değersel bir ilerleme olarak görmüştür. Bu yaklaşımın temelinde insanın doğayı kendi yararı için bir araç olarak görmesine, onu sorumsuzca kullanmasına, kirletmesine ve tüketmesine yönelik eleştiri bulunmaktadır. Temelini çevreci aktivizmden alan, sonrasında feminist düşünürlerce ve post-modern akımlarca da desteklenen, doğal varlıkları “kendinde değer” olarak kabul etmemizi şart koşan doğa-merkezli yaklaşımların felsefi dayanaklarının zayıflığı ve yol açacakları problemler büyük ölçüde görmezden gelinmiştir.

Bir varlığın “kendinde değer” olabilmesi iki koşula bağlıdır. Bunlardan ilki o varlığın değer yaratabilme potansiyelini barındırmasıdır; ikincisi ise bir değer algısına sahip olmasıdır. Bu koşullardan her ikisini birden sağlayan tek varlık ise ‘insan’; daha doğru bir söyleyişle, bir ‘akıl varlığıdır. Bu yazıda, “kendinde değer” olmak kavramı ve bir varlığın “değerli” olmasıyla, “kendinde değer” olması arasındaki fark üzerinde durulacaktır.

Doğa ile ilişkimizdeki değerlendirmelerin insan-merkezli olmasının kaçınılmazlığı savı üzerinden, insanın ulaştığı etkinlik ve belirleyicilik düzeyinde kırılma ve insana bağımlı duruma gelen doğaya karşı etik sorumluluğumuzu temellendirmek üzere Özen ‘İhtimam’ Etiğinin (Bakım Etiği-Care Ethics) geçerliliği tartışılacaktır. Haklardan ve yasal yükümlülüklerden ziyade, değerler ve ahlaki ödevlerin ön planda olduğu bu yaklaşımın doğa-insan ilişkisindeki etik ikilemleri yorumlamak ve çözümler üretmek konusunda etkili ve yetkin ahlaki bir pusula olarak yol gösterebileceği ortaya konulacaktır.

Anahtar Kelimeler: Özen etiği, insan-merkezli etik, doğal varlıklar, etik.

İnsanın doğa ile ilişkisi ve doğal varlıklara yönelik eylemleri etik açıdan değerlendirilmeye alınabilecek niteliktedir. Bu sunum, etik yöntem bilgisi açısından söz konusu değerlendirmenin nasıl mümkün olduğunu ele alıp incelemeyi ve bir çözüm önerisi getirmeyi amaçlamaktadır.

Yirminci yüzyılın son yarısından başlayarak günümüze kadar gelen ve giderek artan çevre bilinci, doğaya ve doğal varlıklara yönelen insan eylemlerini değerlendirirken insan-merkezli yaklaşımdan doğa-merkezli yaklaşıma geçmeyi insanlık açısından değersel bir ilerleme olarak görmüştür. Doğa-merkezli yaklaşımlar da sonrasında çeşitlenmiş [zoo-centrism, biocentrism ve ecocentrism] ve her birinde doğal varlıkların daha geniş bir gruba kapsama dahil olmuştur. (Gremmen, 2021) Bu yaklaşımların herbirinin temelinde insanın doğayı kendi yararı için bir araç olarak görmesine, onu sorumsuzca kullanmasına, kirlletmesine ve tüketmesine yönelik eleştiri bulunmaktadır. Bu eleştirilerin yöneltildiği alanların başında da tarım, özellikle de endüstriyel tarım bulunmaktadır.

Doğa ile insan arasındaki ilişkinin özellikleri bakımından etik ilişkilerin felsefi temellerini sorgulayan etik kuramlardan hangisi tarafından en yetkin biçimde açıklanabileceği sorusu da kapsamlı olarak tartışılmaktadır. İnsanlararası ilişkileri tanımlamak üzere oluşturulmuş etik kuramlar ne kadar esnetilirse esnetilsinler, özünde ‘akıl varlığı’ olmayan doğayı da kapsayacak bir çerçeveye ulaşamamaktadır. Bu kuramlara kısaca göz atacak olursak;

1. Sözleşme etiği (Contract ethics): Sözleşme etiğinde temel olan, ahlaki normların normatif güçlerini sözleşme veya karşılıklı anlaşma fikrinden aldığı savıdır. Bunun doğaya uygulanışı hemen anlaşılacağı gibi oldukça sorunludur. Öncelikle doğa sözleşme yapabilecek bir özne değildir.
2. Refah etiği (Welfare ethics): Refahçı etik, refahın yani birisi için iyi olan şeyin veya bir hayatı yaşamaya değer kılan şeyin, içsel değeri olan tek şey olduğunu savunan bir kuramdır. Bu kuramın doğaya uygulanışı da hemen anlaşılacağı gibi insan-doğa ilişkisinde önemli kısıtlamaları gerekli kılar. Örneğin eğer insan-doğa ilişkisinde yalnızca hayvanların “kendinde değer” olduğunu savunuyorsanız, yani zoosentrikseniz yalnızca bitkileri, tüm canlıların “kendinde değer” olarak kabul edilmesi gerektiğini düşünüyorsanız, yani biyosentrikseniz yalnızca dökülen meyve ve tohumları, “kendinde değer” olma niteliğini tüm gezegeni içine alacak biçimde genişletiyorsanız, yani ekosentriksenizse yalnızca insan üretimi tabletleri gıda olarak tükettiğinizde kendinizi etik davranmış sayabilirsiniz.
3. Hak temelli etik (Rights based ethics): Hak temelli etik açısından ahlaki olan, herkesin haklarıyla uyumlu olandır. Bu kuramın doğal varlıklara uygulanışı da hemen anlaşılacağı gibi insan-doğa ilişkisinde önemli kısıtlamalara yol açar. Örneğin eğer

zoosentrikseniz tavukların yumurtasını toplarken iki kez düşünmelisiniz; çünkü bu değerli varlıkların üreme hakkına tecavüz etmekle suçlanabilirsiniz. Biyosentrikseniz evdeki hamamböceklerinin ve farelerin yaşam hakkı bakımından çözümler geliştirmelisiniz ki her iki tarafın da haklarının korunduğu bir ortak yaşam alanı oluşturabilesiniz. Eksantriksenizse bastığınız yerleri toprak diyerek geçemezsiniz; onu tanımak ve altında yatan varlıkların haklarını hesaba katmak durumundasınız.

4. Ekoetik (Eco-ethics): Ekoetik çevre filozofları ve ekologlar tarafından insan merkezli (yani antroposentrik) bir değerler sistemine karşı doğa merkezli bir değerler sistemini ifade etmek için kullanılan bir terimdir. Ekosentrizmin gerekçesi genellikle ontolojik bir inançtan ve bunu izleyen etik iddiadan oluşur. Ontolojik inanç, insan ve insan olmayan doğa arasında insanların (a) kendinde değer tek taşıyıcısı olduğunu veya (b) insan olmayan doğadan daha büyük içsel değere sahip olduğunu iddia etmek için yeterli varoluşsal kanıtların bulunduğunu reddeder. Bu savın doğal sonucu olarak da insan ve insan olmayan doğa arasında içsel değer eşitliği bulunduğu dayanan bir etik sava ulaşır. Bu etik savın vardığı nihai sonuç biyosferik eşitlikçiliktir. Özellikle bu savı ele almamız ve doğru olup olmadığını değerlendirmemiz gerekir. (Gülersoy ve Dursun, 2023)

Sonda söyleyeceğimi başta söyleyeyim. Bence bu yaklaşımın temel önermeleri yanlıştır. Temelini çevreci aktivizmden alan, sonrasında feminist düşünürlerce ve post-modern akımlarca da desteklenen, doğal varlıkları “kendinde değer” olarak kabul etmemizi şart koşan tüm doğa-merkezli yaklaşımların felsefi dayanaklarının zayıflığı ve yol açacakları problemler büyük ölçüde görmezden gelinmiştir. Oysa başta tarım olmak üzere, enerji, barınma, ulaşım gibi pek çok alanı etik açıdan neredeyse olanaksız kılacak bu yaklaşımların temel varsayımları ve etik kavrayışları hatalıdır.

Bir varlığın “kendinde değer” olabilmesi iki koşula bağlıdır. Bunlardan ilki o varlığın değer yaratabilme potansiyelini barındırmasıdır; ikincisi ise bir değer algısına sahip olmasıdır. Bu koşullardan her ikisini birden sağlayan tek varlık ise ‘insan’dır. Daha doğru bir söyleyişle, bu iki koşulu ancak bir ‘akıl varlığı’ sağlayabilir; dünya gezegeninde bu varlık Homo sapiens sapiens, yani insan olarak ortaya çıkmaktadır. Öteki varlıklardan bir bölümü arasında bir değer algısına sahip gibi görünen canlılar olduğu öne sürülmekte ve bu konuda çeşitli deneyler yapılmaktadır. Bir bölümünde ise bu koşullardan ikisi de gerçekleşmemektedir. Bu noktada önemli bir ayrıma dikkat etmek gerekir, ki bu da bir varlığın “değerli” olmasıyla, “kendinde değer” olması arasındaki farktır.

“Kendinde değerli” varlık başka herhangi bir değerlendirene gereksinim olmaksızın değerli olandır; dolayısıyla ilgili varlık için bir sıfat değil, bir addır, yani bir olma halidir. “Değerli varlık” ise kendisini değerlendiren bir başka varlıkla ilişkisi içinde değerli olur ki, bu da değerli olma vasfını o varlık için bir sıfat haline getirir. Bir başka deyişle değerli varlık için değerlilik bir olma hali değil, bir niteliktir. Bu açıklamanın tarım, madencilik, enerji, inşaat ve benzeri alanlardaki etik değerlendirme bakımından temel bir önemi vardır.

İnsan-merkezli olmayan bir etik değerlendirmenin mümkün olmadığı savı, insanın doğal varlıklara karşı sorumsuzca davranabileceği anlamına gelmez. İnsan ister hayvan, ister bitki, ister toprak, ister su, ister maden olsun tüm doğal varlıklara karşı insan onuruna yakışır biçimde davranmak zorundadır. Buradaki “zorunluluk” vurgusunu yasal bir zorunluluk olarak anlamamak gerekir; ya da daha doğru bir deyişle, yasal zorunluluklarla sınırlamamak gerekir. Buradaki zorunluluk, etik bir ödevden kaynaklanmaktadır. Bu ödev de bir akıl varlığı olmanın yüklediği ahlaki bir ödevdir. Bir insan bir hayvana, o hayvan “kendinde değerli” bir varlık olduğu için zalimce davranmaktan kaçınmaz; kendisi bir insan olduğu için, acı çekmenin ne anlama geldiğini bildiği için, birine sorumsuzca acı çektirmek insan onuruna yakışmadığı için bu tür eylemlerden kaçınır.

Benzer uslamlama sürecini yukarıda sayılan tüm alanlar için uygulamak olanaklıdır. Ancak bunlar arasında tarım, canlı materyalle çalıştığı için daha özgün bir duruma neden olmaktadır. Tarım, insanın doğayla ilişkisinde canlı varlıkların doğrudan söz konusu olduğu bir arayüzdür. (Gremmen, 2020) Bu alandaki canlı varlıklar yalnızca insan var olduğu için var olmaktadır. Bu varlıkların özellikle onları üreten insanlarla ilişkisi bir insan-şey ilişkisi değildir; insan-değerli varlık ilişkisidir. Bu ilişkiyi etik açıdan en yetkin biçimde ele alabilen yaklaşım, Türkçe’ye yanlış bir çeviri ile “Bakım Etiği” olarak katılmış bulunan, “Özen ‘İhtimam’ Etiği” [Care Ethics] yaklaşımıdır. Bu yaklaşımda haklardan ve yasal yükümlülüklerden ziyade, değerler ve ahlaki ödevler önplandadır.

İhtimam etiği bakımından ahlaki olan, sağlıklı ilişkileri ve bireylerin refahını ve karşılıklı bağımlılıklarını destekleyen şeydir. Bu yaklaşımı doğal varlıklara uygulayacak olursak birey, kendisiyle ve tüm çevresiyle ilişki içindeyken, kendisinin, öteki bireylerin ve hatta gelecek nesillerin varoluşlarına, değerlerine ve esenliklerine duyarlı olmak, onları hesaba katmak zorundadır. Bu insan olarak onun ödevi ve etik eylemim temelidir. Bu ödev onu her tür eyleminde “bir insan nasıl olmalıdır” sorusunu doğru yanıtlamakla yükümlü kılar.

Tarımda Özen ‘İhtimam’ Etiği dört temel öge üzerine kurulmuştur. (1) Doğal varlıklara, burada hayvan, bitki ve toprağa gösterilen **dikkat ve ilgi**; onların gereksinimlerini saptamak için gösterilen özen; (2) Doğal varlıklara yönelik olarak duyulan **sorumluluk**; onları var etmenin

onlara bakmakla, esenliklerini sağlamakla ilgili eylemleri bir ödev olarak insana yüklediğini kabul etmek; (3) Doğal varlıklarla ilişkide belirli bir **yetkinliğe dayanmak**; bunu mesleki, bilimsel ve yönetsel bir kapasiteye sahip olmak biçiminde anlamak gerekir; ve (4) Doğal varlıklara karşı **duyarlılık**; bu varlıklarla ilişkimizde ihmal, suistimal veya yetersizlik gibi olasılıkların bulunduğu farkında ve böyle durumlara karşı uyanık olmak, bu tür olumsuzlukları gidermek yönünde hareket etmek. (Gremmen, 2021) Etik sorunlar, özellikle de etik ikilemler, bu öğeler arasındaki çatışmalı durumlardan kaynaklanırlar.

Sonuç olarak, doğa ile ilişkimizdeki değerlendirmelerin insan-merkezli olması kaçınılmazdır; ancak insanın ulaştığı etkinlik ve belirleyicilik düzeyinde doğa kırılabilir ve insana bağımlı duruma gelmiştir. Bu durum insana çok çeşitli etik sorumluluklar yüklemektedir. Bugün ve gelecekte doğanın bize bakabilmesi, varolmayı sürdürebilmesi için ona özenle bakım verme sorumluluğumuz vardır. İhtimam (özen) etiği yaklaşımı, doğa-insan ilişkisinde tüm tarafları kapsayıcı bir yaklaşım olarak etik ikilemleri yorumlamak ve çözümler üretmek konusunda bizim için ahlaki bir pusula işlevi üstlenebilir ve yol gösterebilir. Bu yaklaşımı doğa ile ilişkilerimizi genel olarak kavramanın yanında, etik ikilemler üzerinde değerlendirmelerde bulunurken de test etmemiz gerekir.

KAYNAKLAR

Gremmen, B. (2020). COVID-19 as a Moral Stress Test of Agricultural Systems. Korona Günleri Sanal Konferansları Sunum Metinleri Kitabı. 1. Basım. Tarım ve Gıda Etiği Derneği (TARGET) Yayınları; Ankara. s. 179-184.

Gremmen, B. (2021). An ethical compass for agriculture. In: Neyyire Yasemin Yalın ve Mustafa Evren. 3. Uluslararası Tarım ve Gıda Etiği Kongresi Kongre Kitabı. 1. Basım. Tarım ve Gıda Etiği Derneği (TARGET) Yayınları; Ankara. s. 31-37.

Gülersoy, A.E. & Dursun, E. Çevre Etiği Yaklaşımları ve Akımları. İKSAD Yayınları; Ankara. s. 29-33.

DOĞAL VARLIKLAR VE TARIM ETİĞİ

Prof. Dr. Cemal TALUĞ

TMMOB Ziraat Mühendisleri Odası Eski Başkanı

Tarım ve Gıda Etiği Derneği (TARGET) Başkanı

Anahtar Sözcükler: tarım etiği, tarım ve doğa, tarım ve kültür, tarım teknolojileri

ÖZET

Bu sunumda tarım etiğinin insan ve toplum boyutuna kısa olarak değinilecek, esas olarak doğal varlıklarla olan ilişkisinden doğan değer yapısı incelenecektir. Çalışmanın amacı, doğa ile bütünleşmiş bir üretim faaliyeti olan tarımın bu niteliği üzerinden etik değerlendirmeler yapmaktır. İnsanın yeryüzündeki serüveni boyunca temel kaygısı, hayata tutunmak oldu. Bunun için ikame edilemez ve ertelenemez üç ihtiyacı vardı: hava, su ve gıda. Gıdaya erişim en başından başlayarak çok uzun bir süre için avcılık-toplayıcılık ile sağlandı. Ama insanlar sadece gıda toplamadılar, gözlem ve deneyim yoluyla doğayı tanımaya, anlamaya çalıştılar. Bu süreçte giderek başlıcaları dil, ateş ve ilkel araç-gereçler olan ilk kültürel ürünlerini yarattılar. Bundan sadece 12 bin yıl önce bazı bitkileri kültüre almaya ve bazı hayvanları evcilleştirmeye başladılar, tarım devrimini başardılar. Tarım yerleşik yaşamı yarattı ve nüfus artışı sağladı, yeni mesleklerin, yazının ve paranın yolu açıldı. Tarımda bilgi sanayi devrimine kadar çiftçiler tarafından geliştirildi, sanayi devrimiyle birlikte bilim insanları, araştırmacılar ve meslek profesyonelleri de tarımsal yenilik geliştirme ve paylaşma süreçlerinde yer aldılar. Tarımda teknolojinin değişimi ile tarım ve gıda sistemlerinin küreselleşmesi aynı dönemde başladı giderek hızlandı. 1980'lerde başlayan neoliberal küresel tarım ve gıda sisteminin toplumda derin eşitsizlere ve doğal varlıkların tahribine yol açmasıyla ilgili artan kaygılar ve endişeler doğrultusunda tarım ve gıda etiği 1990'ların ortalarında hayat buldu. Son on yıllarda iyice yoğunlaşan yenilikler verimlilik artışı, maliyetlerin azaltılması ve doğal varlıkların korunması açılarından olanaklar sağlayabilirken, tehdit ve tahripler de yaratabilmektedir. Teknoloji geliştirme ve uygulama sürecinin her adımında etik değerlerden bir pusula olarak yararlanmalıyız.

TARIMIN DOĞUŞU ve ETKİLERİ

İnsanın yeryüzündeki uzun serüveni boyunca temel kaygısı, hiç değişmedi. Bu kaygı, daima ve her şeyden önce varlığını devam ettirmek ve hayata tutunmak oldu. Bunun için vücutlarına almak zorunda oldukları hava, su ve gıda vazgeçilemez ve ertelenemez ihtiyaçtı. Bu serüvenin en başından başlayarak çok uzun bir dönemde insanlar gıdalarını, avcılık ve toplayıcılık yoluyla,

güzel mavi gezegendeki diğer tüm canlılar gibi doğanın verdikleriyle yetinerek karşılaşmaya çalıştılar.

İnsanın doğada toplayıcılık yapması sadece gıdayla sınırlı değildi. Bilgi de topladılar, gözlem ve deneyimleriyle giderek doğayı daha iyi tanımaya, anlamaya başladılar. Doğayı tanımada yol aldıkça, insanların ilk kültürel ürünleri de ortaya çıktı. İletişim kurmada ses çıkarma, mimikler ve vücut hareketleriyle yetinmediler, “dil” geliştirdiler. Böylece, iletişimleri diğer canlı topluluklarında olduğu gibi sadece şimdiki zaman ve yaşadıkları ile sınırlı kalmamaya başladı. Hiç yaşamadıklarını, geçmiş ve geleceği ifade edebildiler. Gruplar halinde kolektif iş yapma becerilerini güçlendirdiler, hayali kurgular ve mitler yarattılar. Dile sahip olma, düşünme yeteneklerini güçlendirdi. Ateşi kontrol etmeyi, yani istedikleri zaman ateş yakmayı ve istedikleri zaman ateşi söndürmeyi başardılar. Böylece ısı ve ışık yarattılar, kendilerini korudular. Taşları, hayvan kemiklerini, ağaç parçalarını kullanarak hayatlarını kolaylaştıran aletler yapabildiler. Hayatlarına katılan her bir insan yapımı yenilik, daha yararlı ve değerli yeniliklere yol açıyor, bu yenilikler de insan yaşamını değiştiriyor ve geliştiriyordu.

...Ve bundan sadece 10-12 bin yıl önce insan, bazı bitkileri kültüre almaya, bazı hayvanları evcilleştirmeye başladı, tarım devrimini başardı. Tarıma geçiş ile insanoğlu doğanın verdiğiyle yetinmeyi bırakıyor, doğada var olanı yetiştirmeye, değiştirmeye ve dönüştürmeye başlıyor. Yiyecek peşinde koşmak yerine artık kendisi yiyecek üretiyordu. Neolitik devrimin ardındaki temel dinamik hem gıdaya erişim güvencesi hem de gıda güvenliğiydi.

Tarım, öncelikle insanın yerleşik yaşama geçişini zorunlu kılarak büyük bir dönüşüm yarattı. Yerleşik yaşam, nüfus artışının önünü açtı. Tarımda giderek artı değerler gerçekleşmesi yani ürünlerin kullanım değeri yanında değişim değeri de olmaya başlamasıyla, fazla üretme çekici hale geldi. Tarımda doğanın “artık” toplumda iş bölümünü ve örgütlenmeyi ortaya çıkardı. Yeni meslekler doğdu, yazı ve para yaşamımıza girdi. Devletlerin oluşumuna ve iktidar ilişkilerine tanık olmaya başladık.

Bozkurt Güvenç hocamız “Avcı-toplayıcı atalarımızın yerleşik tarıma geçiş süreci, kültür tarihinin gördüğü en büyük devrim ve uygarlığın başlangıcıdır.” demektedir (Güvenç, 1979), Ama aynı görüşü paylaşmayanlar da var. Harari (2016) tarım devrimini “tarihteki en tartışmalı olaylardan biri” olarak nitelerken, J. Diamond’un bir yargısına da alıntı yapar: “Tarıma geçiş, insanın doğayla uyum içindeki mutlu yaşamı bırakıp yabancılışmaya, açgözlülüğe koşmaya başladığı dönüm noktasıdır.” Acemoğlu, D ve S. Johnson (2024) ise çiftçilerin daima toplumsal katmanların en alt kısımlarında yer aldığını belirterek; birçok düşünürün Jean Jack Rousseau’nun izinden giderek, tarıma ve dolayısıyla yerleşik yaşama geçmenin insanın “ilk günahı olduğunu, yoksulluğa ve eşitsizliklere giden yolun böyle döşenmeye başladığını savunduğunu, yazmaktadır.

TARIM, BİLGİ ve KÜRESELLEŞME

Çiftçiler, bitkileri ve hayvanları yetiştirirken, aynı zamanda gözlem ve deneyimleriyle adeta adım adım tarımsal bilgiyi geliştirdiler ve paylaştılar. Üretici emeğine dayalı olarak doğan bu köklü bilgi birikimiyle, tarımsal üretimde o günlerin koşullarında büyük olanaklar ve dönüşümler sağlayan ilk tarım aletleri, teknikleri ve sistemleri doğdu. Bunlar arasında; çapa, orak ve sabanı, çeki hayvanı kullanımını ve sulamayı, teraslama ve münavebeyi sayabiliriz. Ayrıca hasat sonrası ürün muhafaza ve işlemede önemli gelişmeler yaşandı (A. Uhri, 2016). Tarımla birlikte, doğal seçilimin yerini insanın bilinçli ve amaçlı tercihinin dayalı seçim aldı. Bugün yediklerimizin hemen tümü tarımın ilk dönemlerinde yetiştirilen bitki ve hayvan türlerine dayalıdır.

İngiltere’de başlayan sanayi devrimi, tarım devrimi gibi, insan yaşamında ve insan-çevre ilişkilerinde büyük bir dönüşüm başlattı (R. Külcü, 2021). Tarımda bilgi ve yenilik geliştirmede, çiftçiler yanında yeni aktörler; bilim insanları, araştırmacılar ve meslek profesyonelleri ortaya çıktı. Daha önce orantılı ve düzenli artışlar sağlayan teknolojinin artık radikal değişimler içeren büyük dalgalar halinde geldiği, giderek sentetik biyolojiye, yapay zekaya ve otonom makinalara uzandığı, tarımda sadece insan emeğinin en aza indirilmesi ve ortadan kaldırılmasında değil, tarım uygulamalarının karar süreçlerinde de yer aldığı görülmeye başladı.

Tarımda, özellikle 2. Sanayi Devrimi sonrası küresel düzeyde yaşananları Friedmann ve McMichael, üç ana Gıda Rejimi dönemi olarak değerlendirmektedir (Çaşkurlu, S., 2012). Buna göre İkinci Sanayi Devrimi (1870) ile Birinci Dünya Savaşı başlangıcına (1914) kadar uzanan sürede yer alan ve İngiltere tarafından yönetilen Birinci Küresel Gıda Rejimi; sömürge ülkelerinin topraklarında büyük ölçekli mono kültür tarıma geçildiği ve elde edilen gıda ürünleri ile sanayi hammaddelerinin Avrupa limanlarına taşındığı dönemdir.

Birinci ve İkinci Dünya savaşlarından sonra 1940’ların ortalarında başlayan İkinci Küresel Gıda Rejimi uluslararası araştırma kuruluşlarında geliştirilen üstün verimli tohumlukların Dünya Bankası ve BM Tarım ve Gıda Örgütü (FAO) projeleriyle gelişmekte olan ülkelere tanıtıldığı ve uygulamaya yönelik desteklerle endüstriyel tarımın geliştirildiği dönemdir. Yeşil Devrim olarak da bilinen bu dönemde küreselleşmenin öncülüğünü artık ABD devralmış bulunmaktadır.

Gıda Rejimlerinin üçüncüsü ise 1980’lerle başlayan ve halen süren Neoliberal Küresel Gıda Rejimidir. Bu mevcut gıda rejimi; “ulusötesi dev firmaların tohumlukları, tarım girdilerini ve dünya tarım ticaretini hatta tarımsal bilgiyi büyük ölçüde kontrol ettikleri, toprak gasplarının yaşandığı, eşitsizliklerin derinleştiği, küçük çiftçilerin sahne dışına itildiği ve doğal varlıkların tahrip edildiği küresel tarım ve gıda sistemi” olarak tanımlanabilir.

Bugün tarımın doğa üzerinde büyük bir baskısı vardır. Günümüzde doğa tarım ilişkileriyle ilgili olarak çeşitli BM kaynaklarında yer alan başlıca veriler aşağıdadır.

Dünyanın yaşanabilir arazisinin yarısı tarım için kullanılmaktadır. Küresel tatlı suyun %72'si tarım için kullanılmaktadır. Küresel okyanus ve tatlı su ötrofikasyonunun %78'i tarımdan kaynaklanmaktadır.

İnsan dışı memeli biyokütlesinin %94'ü hayvancılıktır. Bu pay, yalnızca kara memelileri dahil edildiğinde %97'dir. Kuş biyokütlesinin %71'i kümes hayvancılığıdır. Tarım küresel sera gazı emisyonlarının dörtte birinden fazlasını (%26) oluşturmaktadır.

İNSAN, TARIM ve DOĞA

Tarım insanın hiç kuşkusuz en yaşamsal ve doğal varlıklarla en fazla bütünleşen üretim faaliyetidir. Canlı materyallerle yapılan ve çıktıları organik olan tarım, insan ile doğa arasında bir arayüz konumundadır (Gremmen B., 2020). İnsan olmasa yeryüzünde tarım olmazdı, ama insan da doğal varlıklar olmadan tarım yapamazdı.

Tarım, canlı materyallerle gerçekleştirilen doğayla bütünleşmiş bir üretim faaliyeti olması nedeniyle, insanın diğer üretim ve mühendislik etkinliklerine göre çok daha büyük risklerle ve belirsizliklerle karşı karşıyadır.

Tarımda kritik zaman eşikleri vardır. Kritik bir eşikte gerekli işi yapılamazsa daha sonra yapılmasının ve yapılacak diğer işlerin anlamı kalmaz ya da değeri çok azalır. Tarımda zamanlamayı çiftçi istediği gibi tayin edemez. Üretim süreci bir süre için durdurulamaz, şalter indirilemez.

Tarımda üretim aracı ile ürün aynıdır. Çiftçiler bitki ve hayvanların başta üreme süreçleri olmak üzere yaşam döngülerine müdahale ederek ve o süreçleri kullanarak üretim yaparlar. Bu nedenle tarım işletmesindeki bitki ve hayvanlar doğada bulunanlardan farklı olarak çiftçi bakımına ve gözetimine muhtaçtır. Çiftçiler de canlı varlıklar olan üretim materyallerine, sadece çıkarları için değil onlar da kendileri gibi aynı ekolojik sistemin üyeleri olduğundan sorumluluk duyarlar.

Bizler ise çiftçilerin yetiştirdiği bitki ve hayvanlardan oluşan yiyecekleri vücudumuza alırız. Bunu yapmadan yaşayamayız. Gıda güvenliği birincil üretimden, tarımdan başlar. Bu nedenle bizler de en azından tüketici kimliğimizle çiftçilere karşı duyarlı olmak, tarımı sahiplenmek durumundayız. Tarım yalnızca çiftçilerin sorunu değil, yurttaşların, tüketicilerin, sivil örgütlerin, toplumun ve devletlerin sorumluluğudur (Gremmen B., a.g.e.).

Tarımsal üretim sürecinde toprak, su, biyoçeşitlilik ve benzeri doğal varlıklardan yararlanırken onları mümkün olan en yüksek düzeyde korumayı da gerçekleştirmek zorundayız. Bu, sonraki yıllarda verimi sürdürülebilir kılmak ve geliştirmek açısından gerekli olmanın ötesinde, doğayı paylaştığımız dostlarımızın ve gelecek kuşakların esenliği açısından da sorumluluğumuzdur.

TARIM ve GIDA ETİĞİ

Hegel, “Minerva’nın Baykuşu” metaforunu kullanarak, olayların ve süreçlerin önce gerçekleştiğini, bunlara bağlı olarak ortaya çıkan düşüncelerin ise sonradan oluştuğunu vurgular. Bu metafor, düşüncenin ve bilginin, yaşanan deneyimlerin ardından geldiğini ifade eder. Tarım ve gıda etiği de bundan yaklaşık otuz- kırk yıl önce tarım ve gıda sisteminde yaşanmaya başlayan köklü değişimlerin Batı dünyasında yarattığı derin kaygı ve endişelere dayalı olarak doğan bir uygulamalı etik disiplindir.

Gıdamızı ve bazı sanayi hammaddelerini sağlayan tarım, bir felsefe disiplini olan uygulamalı etik açısından oldukça yeni ama hiç kuşkusuz çok önemli bir alandır. Tarım etiği kavramının ilk kez bir yayında yer alışı ABD’li felsefeci, Paul B. Thompson’ın 1955 yılında *The Spirit of the Soil* isimli eserinde gerçekleşmiştir (Yalım N. Y., ve C. Taluğ 2016). Tarım Etiği, AB’nin tarladan sofraya olarak tanımladığı tarım ve gıda sistemini tümüyle kapsar ve bu anlamda çoğu kez tarım ve gıda etiği bütünlüğü içinde ele alınır.

Tarım etiği, tarım ve gıda sisteminin değer sorunlarını inceler. Bunlarla ilgili kavramlar ve düşünceler üretir; sorgulamalar yapar. Tarım ve gıda sisteminin, insanın, toplumun ve doğanın esenliği ekseninde geliştirilmesi ve iyileştirilmesi için bize ışık tutar.

Bu çalışma tarım etiğinin insan doğa ilişkisi boyutuna odaklanmaktadır. Kuşkusuz tarım etiğinin insan ve toplum boyutuyla da ilgili çok sayıda sorun alanı ve kavram vardır. Bunlardan toplumsal boyutla ilgili olanları arasında; ulusötesi dev şirketlerin küresel tarım ve gıda sistemi üzerindeki hegemonyası, toprak gaspları, derinleşen eşitsizlikler, artan emek sömürüsü, tarımsal bilgi ve teknolojinin şirketleşmesi, tarım ve kırdaki toplumsal cinsiyet eşitsizliği ve benzerleri sayılabilir.

Son on yıllarda hassas tarımdan, akıllı tarıma, yapay zekadan sentetik biyolojiye uzanan yenilikler kuşkusuz, verimlilik artışı, maliyetlerin azaltılması ve doğal varlıkların korunması açılarından bize önemli olanaklar sağlamaktadır. Ancak tarım teknolojileri aynı zamanda hem insan sağlığını için çok tehdit edici, hem de toplumda adaletsizlikleri artırıcı ve doğal varlıkları tahrip edici olabilir.

Bu özelliklerini göz önünde tutarak teknolojiye sırtımızı çevirmemeli, ancak teknoloji geliştirirken ve uygularken, “ihtiyatlılık ilkesini” daima göz önünde bulundurmalıyız (Yalım, NY ve ark. 2023). Tarımda yap boz olmaz. Bu duyarlılıklara dayalı olarak teknoloji geliştirme sürecinin her adımında etik değerlerden bir pusula, bir kutup yıldızı olarak yararlanmalıyız.

Tarımsal üretim sürecinde toprak, su, biyoçeşitlilik ve benzeri doğal varlıklardan yararlanırken onları mümkün olan en yüksek düzeyde korumayı da gerçekleştirmek zorundayız. Bu, sonraki yıllarda verimi sürdürülebilir kılmak ve geliştirmek açısından gerekli olmanın ötesinde, doğayı paylaştığımız dostlarımızın ve gelecek kuşakların esenliği açısından da sorumluluğumuzdur.

Türkiye’de Tarım ve Gıda Etiği Derneği AB – Türkiye Cumhuriyeti tarafından sağlanan mütevazı fonlu ve kısa süreli bir proje çerçevesinde 2016 yılında kurulmuştur. Kısa adı TARGET olan derneğin logosunda dört adet “e” harfi bulunmakta olup bunlar; etik, ekoloji, emek ve ekmeği simgeler.

TARGET’in misyonu; tarım ve gıda sisteminin bileşenleri nezdinde ve tüm toplumda etik farkındalık ve duyarlılığın geliştirilmesine ve yaşama yansıtılmasına katkıda bulunmak olarak belirlenmiştir. Hedefi; ana ekseninde bilim ve etik değerlerin birlikte yer aldığı, adil, kapsayıcı ve dayanışmacı, insan haklarına saygılı ve doğa dostu bir tarım ve gıda sisteminin yapılandırılmasında pay sahibi olabilmektir.

TARGET kuruluşundan bu yana geçen 9 yıl içinde tümü başarıyla yürütülen ve tam metin kongre kitapları basılı olarak yayınlanan dört “uluslararası tarım ve gıda etiği kongresi” gerçekleştirmiş ve her yıl en az iki sempozyum, seminer, panel vb etkinlikler düzenlemiştir. Bunlar yanında, kamuoyu kampanyaları, basın duyuruları, eğitim ve araştırma çalışmaları hayata geçirerek tarım ve gıda etiği alanındaki ulusal ve uluslararası bilgi birikimde ve bilgi paylaşımında değerli bir yere sahip olamaya gayret etmektedir.

KAYNAKLAR

- Acemoğlu, D ve S. Johnson (2024) “İktidar ve Teknoloji” Çev: Cem Duran, Doğan Kitap 13. Baskı. İstanbul
- Çaşkurlu, S. (2012) “Küresel Gıda Krizi: Üçüncü Gıda Rejimi, Küresel Sermaye ve Gelişmekte Olan Ülkeler” Ekonomik Yaklaşım, Cilt: 23, Özel Sayı, s. 161-194
- Gremmen, B. (2020) “COVID-19 as a Moral Stress Test of Agricultural Systems” in Virtual Conferences in the Days of Corona (ed: N.Y. Yalım) Published by the Agricultural and Food Ethics Assosiation of Türkiye. (pp. 181-184)
- Güvenç, B. (1979) “İnsan ve Kültür” Remzi Kitapevi 3. Basım, İstanbul. s. 181-191
- Harari, Y.N. (2016) “Hayvanlardan Tanrılara: Sapiens, Kolektif Kitap 19. Baskı (s. 108)
- Külcü, R. (2021) “Tarım Etiği” Nobel, Ankara. (s. 2)
- Uhri, A. (2016) “Anadolu Mutfak Kültürü’nün Kökenleri. Ege Yayınları. İzmir. s. 67
- Yalım N. Y., ve C. Taluğ (2016) Tarım ve Gıda Etiği El Kitabı. TARGET Projesi Yayını, Öztürk Ticaret, Ankara. s. 27-29
- Yalım, N.Y., B. Çokuysal ve C. Taluğ (2023) “Ethics in Agricultural Research” in Key Issues in Agricultural Research (ed. R.L. Zimdhal) Burleigh Doods Series in Agricultural Science. BD burleigh Dodds Science Publishing, UK. s. 232-264

JEOETİK VE DOĞAL KAYNAKLARIN KULLANIMINDA JEOETİĞİN ÖNEMİ

Prof.Dr. Yüksel ÖRGÜN TUTAY

İTÜ Maden Fakültesi Jeoloji Mühendisliği Bölümü orgun@itu.edu.tr

ÖZ: Yerbilimlerinin etik sözleşmesi olan Jeoetik, yerbilimcilerin ve yerbilim mühendislerinin bilgi, eğitim, araştırma, uygulama ve iletişim faaliyetlerinin kısa, orta ve uzun vadede doğuracağı sonuçların sosyal, ekonomik, kültürel ve hukuksal etkilerini etik yönüyle inceleyip, araştıran Uygulamalı Etiğin alt bilim dalı olarak tanımlanır. Doğal kaynaklar, Yenilenebilir (Biyotik) ve Yenilenemez (Abiyotik) Doğal Kaynaklar olarak iki başlık altında ele alınmaktadır. Katı, sıvı ve gaz halde yerküremizde bulunan Abiyotik kaynaklar Yerbilimlerinin temel araştırma konularından biridir ve bu kaynakları kontrollü üretilip, kontrollü kullanımını sağlayarak gelecek nesillere aktarmak konusunda yerbilimcilere ve yerbilim mühendisliklerine büyük görevler düşmektedir. Milyonlarca yılda oluşan yenilenemeyen doğal kaynakların yıllar içinde tüketildiği gerçeği, bu kaynakların bulunduğu özel yerleri ve bu kaynakları koruma sorumluluğumuzun da her geçen gün arttığını ortaya koymaktadır. Jeoetik değerleri benimsemiş madencinin temel amacı, gelecek nesillerin de doğal kaynak kullanma hakkı olduğu gerçeğinden hareket ederek, toplumsal ve çevresel sorumlulukla madencilik yapılmasını ve doğal kaynakların kontrollü kullanımını teşvik etmek olmalıdır. Jeoetik, madenciliği dolayısıyla doğal kaynak kullanımını frenleyen bir engel olarak değil, gelecekteki sorunlarla başa çıkmanın bir yolu olarak görülmeli. Bildiride Jeoetik kavramı ana hatlarıyla ele alınarak, Jeoetik ilkelerin doğal kaynakların kullanımı dolayısıyla madencilikteki vazgeçilemez önemi örneklerle tartışılacaktır.

Anahtar kelimeler: Jeoetik, Doğal kaynak, Yenilenemeyen (Abiyotik) doğal kaynak, Madencilik, Yerbilimleri, Sorumlu madencilik

1. JEOETİK

1.1 Jeotiğin Kısa Tarihçesi

Genel etik ilke ve kuralların, ilgili meslek alanında faaliyet gösteren insanların mesleki davranış ilkeleri ve kuralları olarak düzenlenmesi meslek etiği olarak tanımlanır. Bu kapsamda yerbilimlerinin etik sözleşmesi olan Jeoetik, toplumu ve gezegeni derinden etkileyen yerbilimcilerin etik düşünme ve uygulama biçimini teşvik eden yeni bir meslek etiği türüdür. Jeoetik kavramı 2016 yılında, 35. Uluslararası Jeolojik Kongresinde, Jeotiği Destekleme Derneği (International Association for Promoting Geoethics -IAPG) üyeleri tarafından hazırlanıp oy birliğiyle kabul edilen Jeoetik Bildirgesi ile (Cape Town Statement on Geoethics) dünyaya ilan edilmiştir. Kâr amacı gütmeyen bir dernek olan IAPG 5 kıtada 130 ülkede 3275 üyeye sahiptir ve 37 ulusal şubeden oluşan bir ağa sahiptir (www.geoethics.org). Jeoloji Mühendisleri Odası 2019'da Derneğe üye olmuştur. Dernek (IAPG) öncülüğünde 2017 yılından itibaren her yıl düzenlenen Dünya Bilimi Haftası sırasında bir günün özel bir tema ile Uluslararası Jeoetik Günü olarak kutlanması sağlanmıştır; 2024 yılı teması “Yerbilimlerinin Kamu Yararına Değerlendirilmesi” olarak belirlenmiştir. Derneğin çabalarıyla Jeoetik konusunda çok sayıda kitap ve makale yayınlanmakta, bilimsel toplantılar ve kurslar düzenlenmektedir. Jeoetik konusunda daha fazla bilgi derneğin yukarıda verilen web adresinden bulunabilir.

1.2. Jeotiğin Tanımı ve Amacı

İnsanın her türlü faaliyetinde, Dünya sistemiyle etkileşime girdiği her yerde, uygun davranışlar ve doğru uygulamaları destekleyen değerler üzerine düşünen ve araştırmalar yapan Jeoetik, yerbilimcilerin ve yerbilim mühendislerinin bilgi, eğitim, araştırma, uygulama ve iletişim faaliyetlerinin kısa, orta ve uzun vadede doğuracağı sonuçların sosyal, ekonomik, kültürel ve hatta yasal etkilerini etik yönüyle inceleyip, araştıran Uygulamalı Etiğin alt bilim dalı olarak tanımlanır. Temel amacı ise jeoloji-toplum etkileşimi ile ilgili hassas meseleler hakkında halkın ve yerbilimcilerin endişelerini gidermek için ortak bir çerçeve oluşturmak ve insan faaliyetlerinin jeolojik ortamla etkileşiminin temel ilkeler ve değerler üzerine bir tartışma açmak, önerilerde bulunmak olarak belirlenmiştir.

2. DOĞAL KAYNAKLAR

Yerkabuğunun içinde ve üstünde doğal süreçlerle oluşan ve ortaya çıkan ve canlıların hayatta kalıp yaşamlarını sürdürmelerini sağlayan besin kaynaklar, sular, topraklar, ormanlar, kayaçlar, vd. her şey doğal kaynak olarak adlandırılır. Doğal kaynaklar yenilenebilir doğal kaynaklar ve yenilenemeyen doğal kaynaklar olarak iki başlık altında ele alınmaktadır.

Yenilenebilir (Biyotik) Doğal Kaynaklar, yer kabuğunda doğal süreçlerle oluşabilen, kendini yenileyebilen, kullanımlarından bağımsız olarak sürekli temin edilebilen, kullanımdan sonra mümkün olduğunca düzeltilip değiştirilebilen örneğin, su kaynakları, besin kaynakları, ormanlar, biokütle enerjisi, vb. gibi kaynaklar yenilenebilir doğal kaynaklar olarak gruplandırılmaktadır. Bunlar sürdürülebilir kaynak kullanımı temelinde doğru kullanıldıklarında tükenmeyen besin ve enerji kaynaklarıdır.

Yenilenemez (Abiyotik) Doğal Kaynaklar ise kullanıldıktan veya yok edildiğinde basitçe değiştirilemeyen veya geri alınamayan kaynaklardır, örneğin: mineraller, kayalar ve fosil yakıt kaynakları gibi. Bu kaynaklar, yer kabuğunun binlerce km derinliklerinde örneğin, krom yatakları veya elmas gibi ya da sığ derinliklerde, örneğin altın, gümüş yatakları gibi veya yer yüzünde, örneğin bor yatakları, kömür yatakları, kil yatakları veya kum yatakları gibi, son derece karmaşık jeolojik süreçlerin sonucunda oluşmuşlardır. Yerbilimlerinin temel araştırma konularından bir olan bu doğal kaynaklar yenilenemez çünkü oluşumları kayalık döngüsüne bağlı olarak milyonlarca yılda gerçekleşmiştir.

3.1. Doğal Kaynaklara Yönelik Tehditler

Gezeganimizde yaşamın devamı doğal kaynak kullanımına bağımlı hale gelmişken, küresel üretim ve kontrolsüz tüketim davranışı doğal kaynaklara karşı büyük bir tehdit oluşturmaktadır. Bu tehditler aşağıda dört başlık altında özetlenmiştir.

1-Aşırı nüfus artışına bağlı kaynak tüketimi: Özellikle 2.Dünya savaşından sonra artan kontrolsüz nüfusu artışı, tüm doğal kaynakların kullanımını üzerinde yoğun baskı oluşturarak özellikle yenilenemez doğal kaynakların hızla tahrip olup, azalıp, yok olmasına neden olmuştur ve olmaya devam etmektedir.

2- 21. Yüzyılın yaşam tarzı: Daha konforlu bir yaşam talebinin getirdiği küresel üretim ve kontrolsüz tüketim başta fosil enerji kaynakları olmak üzere yenilenemez kaynakları adeta bitme noktasına getirdi...

3-Arazi kullanımı ve geliştirilmesi: Aynı zamanda yenilenemez doğal kaynaklara da ev sahipliği yapan arazilerin yeni konut alanları, sanayi bölgeleri, park alanları, otobanlar, vb. inşaat sahalarına dönüştürülmesi doğal kaynak alanlarının tahrip edilmesine ve kaybolmasına sebep olmaktadır. İstanbul havalanın sahasının altında kalan kil ve kömür yatakları gibi...

4-Yoğun tarım ve tarım uygulamaları: Nüfus artışına paralel gelişen daha fazla gıda talebinin getirdiği aşırı tarımsal faaliyetler, tarım topraklarının kirlenmesine, tahribine ve hatta yok olmasına neden olmaktadır. Bu kontrolsüz uygulamalar, tarım topraklarında bir yandan tuzlanmaya neden olurken diğer yandan da toprakların mineral içeriğinin zayıflayıp tükenmesine yol açmaktadır; bu ise günümüz dünyasında yeni fark edilmeye başlanan “Gizli Açlık” tehlikesine dolayısıyla sağlık problemlerine neden olmaktadır.

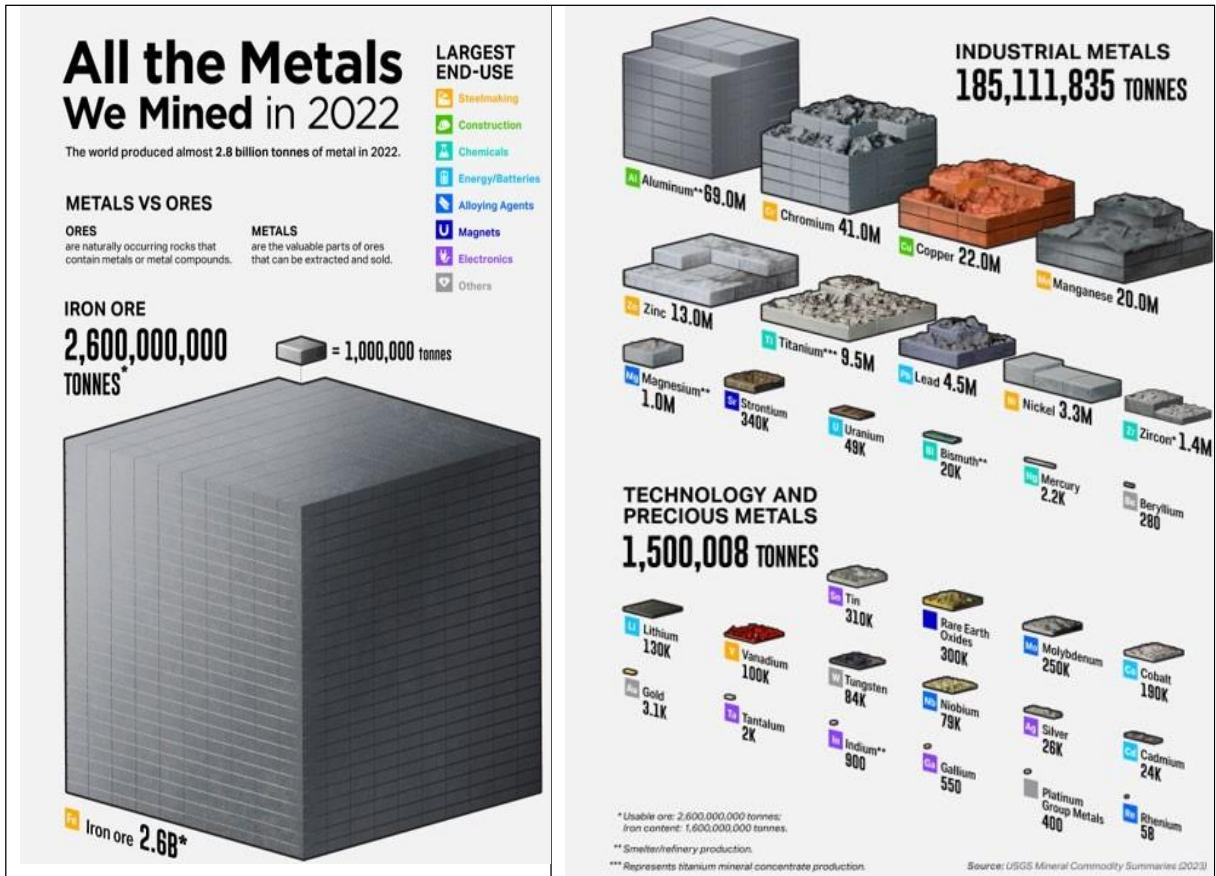
3. DOĞAL KAYNAKLARIN KULLANIMINDA JEOTİĞİN ÖNEMİ

İster yenilenebilir kaynak olsun isterse yenilenemez, çağımızda insanın hayatta kalıp yaşamını devam ettirebilmesi tümüyle doğal kaynak kullanımına bağlı hale gelmiştir. Jeotik, doğal kaynak kullanımına dolayısıyla madencilik karşı bir engel olarak değil, gelecekteki sorunlarla başa çıkmanın bir yolu olarak görülmeli ve içselleştirilmelidir. Bu başlık altında Jeotiğin önemi jeolojinin temel alanlarından biri olan yenilenemeyen metalik ve metalik olmayan doğal kaynaklar bağlamında ele alınıp tartışılacak

3.1. Jeotetik Niçin Önemli Olmalı?

Katı, sıvı ve gaz halde yerküremizde bulunan ve yaşamın devamı için vazgeçilmezi olan yenilenemeyen doğal kaynakları kontrollü üretip, kontrollü kullanımını sağlayarak gelecek nesillere aktarmak konusunda yerbilimcilere ve yerbilim mühendisliklerine büyük görevler düşmektedir. Günümüzde yenilenemeyen doğal kaynaklar sahip olmak ve/veya bu kaynaklara kolay erişebilmekle, endüstriyel güce sahip olmakla eşanlamlı hale gelmiştir.

Konu ile ilgili istatistikler incelendiğinde II. dünya savaşına kadar metal üretiminin nüfus artışına yaklaşık paralel arttığı görülecektir. Ancak savaştan sonra önceki tüm dönemlerden farklı olarak hammadde üretim artışının nüfus artışına oranının onlarca kata kadar çıktığı ve artışın günümüzde de devam ettiği rahatlıkla görülebilir. Örneğin 2022 yılı içinde dünyada üretilen toplam metal miktarı 2,8 milyar ton gerçekleşmiş (Şekil 1, www.visualcapitalist.com). Bu miktarın yaklaşık 2,6 milyar tonu demir cevheri üretiminden gelmektedir. Altın, PGM (platin grubu metaller) dahil değerli metal üretimi ile Li (lityum), Nb (niyobyum), Sn (kalay),



Şekil 1. 2022 yılında dünyada üretilen metal miktarları, solda demir metali, sağda diğer tüm metaller (https://www.visualcapitalist.com/all-the-metals-we-mined-in-one-visualization-2022/#google_vignette)

NTE (nadir toprak elementler) dahil yüksek teknolojik hammadde kaynaklarının 2022 yılı toplam üretimi 1.500.000 tonu geçmiştir. Bir başka çarpıcı örnek bakır üretiminde yaşanmış ve 2022 yılında bakır üretimi 22 milyon ton olarak gerçekleşmiştir (Şekil 1); bu üretimin yaklaşık 5 milyon tonu Çin’ de gerçekleşmiştir. Bu durum aynı zamanda insanların ihtiyaç ve konforu için mineral ve element üretimine yönelik madencilik faaliyetlerinin de (arama ve üretim) teknolojik ilerleyişle birlikte geçmiş dönemlerle kıyaslanamayacak oranda artmış olduğunu ifade etmektedir.

Doğal kaynakların üretim ve tüketimin böylesine kontrolsüz arttığı günümüzde Jeoetik neden önemli ya da neden önemli olmalı diye sorduğumuzda aklımıza pek çok neden gelmektedir. Yerbilimleri penceresinden baktığımızda bu nedenleri aşağıdaki gibi sıralayabiliriz.

- Toprak, hava ve su kirliliği giderek artıyor ...
- Doğal kaynaklar kontrolsüz üretiliyor...ekosistem bozuluyor ...
- Biyolojik çeşitlilik kayboluyor...
- Küresel iklim değişimi: aşırı yağışlarda insanlar boğuluyor... kuraklık can alıyor...
- Doğa olayları: Depremler, volkan patlamaları, heyelanlar artıyor, ...
- Aşırı ve kontrolsüz tarımsal faaliyetler toprakları fakirleştiriyor! Gizli açlık...

Bu nedenler arasında en yenisi *Gizli Açlık*. Bu kavram, aşırı ve kontrolsüz tarımsal faaliyetle sonucunda toprağın mineral içeriğinin fakirleşmesi sonucu yetişen sebze ve meyvenin yetersiz mineral ve vitamin içermesine bağlı meydana gelen sağlık sorunlarını ifade etmek için kullanılmaktadır. Bu nedenleri şüphesiz artırılabiliriz. Ancak bilinen bir gerçek varsa o da bu nedenlerin temelinde insanın doğaya ve yasalarına karşı işlediği suçların olmasıdır.

Yer Bilimleri, yukarıda kısaca sıralanan bu tehlikelerin nedenlerini bilip, anlayıp, yönetme yeteneğine bilgisine ve deneyim gücüne sahiptir. Bu gücü kullanmak ise etik yükümlülükler gerektirir. Tam bu noktada Jeoetiğin temel amacını kısaca bir kez daha hatırlatmak gerekir:

Jeoetiğin temel amacı, doğanın ve insan yasalarının cezalandıracağı durumların ortaya çıkmasına engel olmaktır.

Doğal kaynakları kullanarak doğayı taklit eden insan, teknolojiye inanılmaz bir noktaya geldi. Olağan üstü analiz teknikleri kullanan araştırmacılar, yüzde milyar hatta artık yüzde trilyon mertebesinde elde ettiği mineralojik ve jeokimyasal analiz verilerini kullanarak, yer kabuğunun neredeyse tüm özelliklerini keşfetti. Araştırmalar yer kabuğunun mineralojik ve kimyasal bileşenlerinin yeni yeni teknolojik kullanılabilme özelliklerini keşfetti. Küresel üretim ve kontrolsüz tüketimin de etkilemesiyle gidişat, örneğin Ülkemizin 2017 yılında çıkan maden yasasından da görülebileceği gibi mineralinden kayasına kadar yer kabuğunun bir bütün olarak adeta maden olarak kabul edilebilir duruma geldi. Sonuçta gelişen ileri teknoloji ürünleri ve bu ürünleri üreten şirketler dünyayı yönetmeye başladı. Bu ise şüphesiz yeni doğal kaynak bağımlılıkları ortaya çıkardı, örneğin Li, Nd ve NTE kaynakları gibi. Bugünlerde Çin’ in ve Çin şirketlerinin dünya ekonomisi ve siyaseti üzerindeki gücü NTE piyasasının yaklaşık %84’ ünü elinde tutmasından ileri gelmektedir.

3.2. Jeoetik Doğal Kaynak Kullanımından Ne Anlamalıyız?

Hayatımızın maden, madenlerin de insanı yaşattığı gerçeğinde doğal kaynak kullanmaya mecbursak yenilenemeyen doğal kaynaklara bakış açımız ne olmalı? Nasıl davranmalıyız?

Jeolojik açıdan son derece özel alanların bir bileşeni olan yenilenemeyen doğal kaynakların milyonlarca yılda oluştuğu ve bir insan ömrüyle ölçeklendirilebilecek kısa bir sürede, yıllar içinde tüketildiği bir gerçektir. Bu gerçek aynı zamanda bu kaynakların bulunduğu özel alanlara yapılan kontrolsüz fiziki müdahalelerin geri dönüşünün olmadığını ve bu kaynakları koruma sorumluluğumuzun da her geçen gün arttığını ortaya koymaktadır.

Yaşamın devamı için vazgeçilmezi olan doğal kaynakları kontrollü üretip, kontrollü kullanımını sağlayarak gelecek nesillere aktarma konusunda yerbilimcilere ve mühendislere büyük görev düşüyor. Ancak bu görev madenciliğin önemini anlatmak için dağ taş maden olarak göstermek olarak anlaşılmalıdır. Jeoetik değerleri benimsemiş ve içselleştirmiş doğal üreticisi olan madencinin ve kaynak kullanıcısı insanın temel amacı, gelecek nesillerin de doğal kaynak kullanma hakkı olduğu gerçeğinden hareket ederek, toplumsal ve çevresel duyarlılıkla ve sorumlulukla davranmak olmalıdır.

3.3. Çevre ve Madencilik... Jeoetik İkilem (mi?)



Maden sahası...bir tarafta nimet diğer tarafta külfet...

Bir tehlikenin varlığı ya da düşüncesinin kişide yarattığı duygu korkudur; kaynağı ise bilgisizliktir...

Madencilik faaliyetleri bir taraftan ekonomik kalkınma ve refah getirirken diğer taraftan çevresel ve sosyal pek çok risk ve tehlikeyi de içinde barındırır, korkunun kaynağı da budur. Zira madencilik madenlerin keşfedildiği yerde yapılır ve bu son derece özel alanlara yapılan her türlü bilinçsiz müdahalenin geri dönüşü olmayan onarılamaz hasarlara yol açtığı çok sayıda örnek bilinmektedir.

Doğal kaynakların aranmasından üretimine kadar tüm süreç yönetimi, iyi uygulama örnekleriyle dikkate alınmadığında, madencilik faaliyetleri insanlar ve çevre için büyük bir risk oluşturabilir. Bu süreçlerde *Jeoteknik ilke ve kurallara uymak, bir engel olarak değil, gelecekteki sorunlarla başa çıkmanın bir yolu olarak görülmelidir.*

Madencilik ve çevrenin korunmasının birbirini dışlayamayacağını açıklamayı hedefleyen Jeoetik, madencilik faaliyetleri süresince farklı görüş, değer tutum ve beklentilerin ortaya

konmasının faydalı olacağını taraflara anlatmaya çalışır. Jeoetik, *madenciliğin ve çevrenin birbirinin tamamlayıcısı olduğu esnek ve jeo-çeşitliliğe sahip bir bölgeye ulaşmak için hangi adımların atılması gerektiğini belirlenmesi için aykırı görüşlerin tartışılması gerektiğini savunur; çünkü toplumsal mutabakat ancak bu şekilde sağlanır. Dolayısıyla Jeoetik değerleri benimsemiş madencinin temel amacı, gelecek nesillerin de doğal kaynak kullanma hakkı olduğu gerçeğinden hareket ederek, toplumsal ve çevresel sorumlulukla madencilik yapılmasını teşvik etmektir.*

Sonuç olarak, Jeoetik madenciliği ve/veya Jeoetik doğal kaynak kullanımını benimsemek demek;

- *Şeffaf, denetlenebilir ve hesap verilebilir madencilik yaparak madencilikte mükemmelliği teşvik etmek*
- *Mesleki çalışmaların kalitesini ve madencilerin güvenilirliğini artırmak*
- *Doğal kaynakları kontrollü üretim kontrollü kullanarak çevreyi korumak*
- *Çevredeki müdahaleleri planlarken ve planları uygularken mümkün olan yerlerde doğal süreçleri ve yapıları korumak*
- *Toplum için sürdürülebilir faydalar sağlamak,*
- *Gelecek kuşakları için sağlıklı ve müreffeh gelişim koşullarını yaratmak demektir.*

SONUÇ

Jeoetik, doğal süreçlerin yönetiminde sorumlu davranışları ve eylemleri tanımlar ve yönlendirir. Madencilikte sürdürülebilirlik çevreye zarar vermeyen yöntemler kullanmak olarak kabul edilmeli. *Jeoetik, madenciliğe engel değil aksine gelecekteki sorunlarla başa çıkmanın bir yolu olarak görülmeli.* Küresel sorunlara, birbirinden kopuk yerel eylemlerle yanıt vermek mümkün değildir. Jeoetiğin ilke ve kuralları evrenseldir ve sorunları bilimsel araştırmalarla çözmeyi önerir. Ve Jeoetik, ortak yönetim gerektiren ulusal, kültürel veya dini sınırları olmayan küresel çevresel sorunları çözmek için uluslararası bir yaklaşım ve somut olarak desteklenebilen gerçekçi ve çok disiplinli bir dil kullanmayı benimser.



-Yenilenemez kaynakların artıklarına ve atıklarına yeniden **yatırım yapılmalı** ve kaynaklar **dönüştürülerek kullanılmalıdır.**

-Yenilenebilir kaynakların kontrolsüz tüketimi sınırlandırılmalıdır.

NOT: Yazar bu makalenin genişletilmiş özetini Yurt Madenciliği Geliştirme Vakfı tarafından yayınlanan "Sektörümüzden" dergisi için düzenlemiş olup, yazı Derginin Temmuz 2025 de basılan 95. Sayıda yayınlanmıştır.

2. OTURUM: ATMOSFER VE SU

ATMOSFER, İKLİM VE İKLİM DEĞİŞİKLİĞİ

Emel ÜNAL
unaleme@gmail.com

Zeynep Feriha ÜNAL DİNÇ
zeynepfunal@gmail.com

TMMOB Meteoroloji Mühendisleri Odası

Öz: Atmosfer, Dünya'daki iklim sisteminin temel bileşeni olup, enerji dengesi, su döngüsü ve hava olaylarının oluşumunda kritik bir rol oynar. İklim, meteorolojik olayların istatistiksel bir bütünü tanımlarken, iklim değişikliği bu uzun vadeli desenlerdeki doğal ya da insan kaynaklı değişimleri ifade eder. Günümüzde insan faaliyetleri, özellikle fosil yakıt kullanımı, ormansızlaşma ve sanayileşme, sera gazı birikimini artırarak küresel iklim değişimi sistemini ve şiddetini değiştirmiştir. Bu etki öncelikle küresel ısınma ile sınırlı kalmayıp, atmosferik dolaşımı ve hidrolojik döngüyü de etkilemektedir.

Anahtar Kelimeler: Atmosfer, iklim, iklim değişikliği, sera gazları, küresel ısınma, meteorolojik afetler, aşırı hava olayları, uyum sağlama, sürdürülebilirlik, ölçek analizi, meteorolojik okuryazarlık.

Çalışmada, atmosferin bileşimi ve dinamik işleyişi ele alınmış; temel meteorolojik kavramların tanımları, ölçek analizi yöntemiyle hava durumu ve iklim arasındaki farklar incelenmiştir. Ayrıca, iklim değişikliğinin meteorolojik afetler üzerindeki etkileri, sıcak hava dalgaları, aşırı yağışlar, sel ve kuraklık gibi olayların sıklığı ve şiddetindeki artışlar üzerinden analiz edilmiştir. Bu değişimlerin ekosistemler, su kaynakları ve sosyo-ekonomik sistemler üzerindeki etkileri değerlendirilmiştir.

Çalışmanın Amacı

Bu çalışmanın temel amacı, atmosferin yapısını ve iklim sisteminin işleyişini bilimsel bir çerçevede inceleyerek, iklim değişikliğinin mekanizmalarını, etkilerini ve gelecekte yaratabileceği riskleri çok boyutlu bir bakış açısıyla ele almaktır. Özellikle sera gazlarının atmosferdeki rolü ve uzun vadede iklim sistemine getirdiği değişiklikler detaylı olarak değerlendirilmiştir.

Aynı zamanda çalışmada, iklim değişikliğinin meteorolojik afetlerin dinamikleri üzerindeki etkisi analiz edilmiş ve bu değişimlerin ekosistemler, sosyo-ekonomik sistemler ve bireyler üzerindeki sonuçlarına dikkat çekilmiştir. Yanlış bilinen doğrular ve kamuoyundaki kavram karmaşasına yönelik çözüm önerileri de sunulmuştur.

Metodoloji

Araştırmada üç temel yöntem benimsenmiştir:

- Tanımsal Yaklaşım:** Atmosfer, hava durumu, iklim ve iklim değişikliği kavramları, Türk Dil Kurumu (TDK), Türkçe Bilim Terimleri Sözlüğü gibi farklı kaynaklar referans alınarak tanımlanmış ve yorumlanmıştır.
- Ölçek Analizi:** Hava durumu ve iklim arasındaki farklar zamansal ve mekânsal ölçekte incelenmiş, meteorolojik olayların fiziksel ve dinamik süreçleri değerlendirilmiştir.
- Doğru Bilinen Yanlışların Analizi:** Kamuoyunda sıkça karşılaşılan yanlış algılar, bilimsel veriler ışığında açıklığa kavuşturulmuştur. Özellikle sera gazlarının atmosferik etkileri, oksijen ve temiz hava ilişkisi gibi konular ele alınmıştır.

Sonuçlar ve Tartışma

Atmosfer, yaşamın kaynağı ve kalkanı olarak, dünya ve insanlıkla her an etkileşim halinde olan karmaşık bir yapıdır. Sabit gazlar (%78 azot, %21 oksijen ve %1 diğer gazlar) ve döngüsel değişken gazlar (su buharı, karbondioksit, metan) sayesinde atmosfer, iklimin dengelenmesinde kritik bir rol oynar. Ancak, sanayi devriminden itibaren insan faaliyetleri bu dengeyi bozmuş, sera gazı birikimi ve küresel sıcaklık artışına neden olmuştur.

Model sonuçları, atmosferik dolaşımında meydana gelen değişimlerin sıcak hava dalgaları, aşırı yağışlar, sel ve uzun süreli kuraklık gibi olayların sıklığını ve şiddetini artıracığına ilişkin izlenimler ortaya koymaktadır. Öte yandan, günümüzde yaşanan afetlere neden olan meteorolojik olaylar beklenen uç değerlerdedir. Yani bu durumda bu değişimin ya da artışın yaşanan afetlerin tek sebebi olduğu yanılığına da düşmemek gerekir. Benzer şekilde atmosfer ile ilgili olarak yanlış bilinen doğrulardan bazıları şu şekilde açıklanmıştır:

- Oluşan afetlerin temel sebebi; meteorolojik etki değerlendirme yapılarak şartlara uygun altyapı bilgisinin uygulamalarda kullanılmamasıdır. İklimin değişmesi, en baştan iklime uygun olmayan yapılanmalar için bir şey ifade etmez.
- Temiz hava oksijen miktarına bağlı değildir, kirleticilerin varlığı daha kritiktir.
- Hava sıcaklığı WMO standartlarına göre ölçülür, kent merkezlerinde dijital tabela sonuçları yanıltıcıdır.

Bu olaylar yalnızca doğal afetlere değil, enerji, tarım, su kaynakları ve insan sağlığı gibi sosyo-ekonomik alanlara da büyük zararlar vermektedir. Sera gazı emisyonlarının azaltılması, düşük karbonlu enerjiye geçiş ve uyum stratejilerinin uygulanması, iklim değişikliğinin olumsuz etkilerini hafifletmek için kritik öneme sahiptir. Ancak bunu yapabilmek için öncelikle mevcut yasa ve düzenlemelerin doğru şekilde uygulanması gerekir.

Sonuç

Bu çalışma, iklim değişikliği kavramına yönelik kamuoyunda yaşanan bilgi eksikliğini gidermeyi, doğru terminolojiyi sağlamayı ve gelecekteki risklere karşı bilimsel ve sürdürülebilir çözümler sunmayı hedeflemektedir. Meteorolojik okuryazarlığın artırılması ve farkındalık kampanyaları, toplumun doğru bilgilendirilmesi açısından elzemdir. Ancak şu da unutulmamalıdır ki eyleme dönüşmeyen hiçbir bilimsel araştırma ya da teori hayatımızda bir değişiklik yaratmaz.

Anadolu'nun Paleoiklimsel Evrimi

Mine Sezgül Kayseri Özer¹ & Funda Akgün²

¹Dokuz Eylül Üniversitesi, Deniz Bilimleri ve Teknolojisi Enstitüsü

²Dokuz Eylül Üniversitesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü

Paleoiklim, geçmiş jeolojik dönemlerde Dünya'nın iklim koşullarını inceleyen bir bilim dalıdır. Dünya'nın oluşumundan günümüze kadar iklim doğal süreçler ve dış etkenler nedeniyle sürekli değişim göstermiştir. Bu değişimlerin başlıca nedenleri arasında Güneş'in radyasyonundaki dalgalanmalar, Dünya'nın yörünge hareketlerindeki değişiklikler (Milankoviç döngüleri), levha tektoniği hareketleri, volkanik faaliyetler, atmosferik gaz dengesi, okyanus akıntılarındaki kaymalar, buzulların genişleyip daralması, meteor çarpmaları ve biyolojik süreçlerin (bitki örtüsü ve denizel canlı faaliyetlerinin atmosferik gazlara etkisi) rolü bulunmaktadır.

Anadolu'nun paleoiklimsel tarihi, kıtanın konumu ve jeolojik evrimi doğrultusunda büyük değişimler göstermiştir. Yaklaşık 23 milyon yıl önce yükselmeye başlayan Anadolu, yükselti farklılıkları nedeniyle bölgesel iklim çeşitliliği kazanmıştır. Buzul çağları boyunca Anadolu'nun iç kesimleri daha kuru ve soğuk hale gelirken, kıyı bölgeler nispeten daha ılıman kalmıştır. İklimdeki bu değişimler, Akdeniz ve Karadeniz'in etkileri, muson dinamikleri, rüzgâr sistemleri, deniz seviyelerindeki dalgalanmalar ve lokal topografik faktörler tarafından şekillendirilmiştir. Özellikle Paleojen ve Neojen'den sonra, son 2,6 milyon yılı kapsayan Kuvaterner dönemi, iklim değişimlerinin en belirgin şekilde yaşandığı zaman dilimlerinden biri olmuştur. Bu dönemde Dünya, tekrarlayan buzul ve buzullar arası dönemlerden geçmiş, Anadolu da bu süreçlerden büyük ölçüde etkilenmiştir. Son buzul çağı sırasında (yaklaşık 115.000-11.700 yıl önce), Anadolu'nun iç bölgeleri soğuk ve kurak bir karakter kazanırken, kıyı bölgeler daha yaşanabilir alanlar haline gelmiştir. Buzul çağının sona ermesiyle sıcaklıklar artarken deniz seviyeleri yükselmiş ve bitki örtüsü değişime uğramıştır. Bu iklimsel dalgalanmalar, Anadolu'daki biyoçeşitliliği doğrudan etkilemiştir. Buzul dönemlerinde Anadolu, Avrupa ve Asya arasındaki geçiş bölgesi olarak birçok tür için bir sığınak görevi görmüş, sıcak dönemlerde ise türlerin göç etmesine ve ekosistemlerin yeniden şekillenmesine neden olmuştur. Nemli dönemlerde orman ekosistemleri genişlerken, kurak dönemlerde bozkır ve step alanları yaygınlaşmıştır. İklimsel dalgalanmalar, bitki örtüsü ve dolayısıyla hayvan popülasyonları üzerinde büyük bir etki yaratmış, bu durum avcı-toplayıcı insan topluluklarının yerleşim alanlarını ve göç yollarını da belirlemiştir. Kuvaterner dönemi aynı zamanda insan faaliyetleri ve iklimin karşılıklı etkileşimin giderek arttığı bir zaman dilimidir. Tarımın başlamasıyla birlikte (yaklaşık 10.000 yıl önce), ormansızlaşma, toprak erozyonu ve su kaynaklarının kullanımı gibi insan kaynaklı faktörler ekosistemleri değiştirmeye başlamıştır. Sanayi Devrimi ile birlikte fosil yakıt kullanımı ve sera gazı salınımı, doğal iklim değişim süreçlerine ek olarak, insan kaynaklı küresel ısınma sürecini hızlandırmıştır.

Miyosen (yaklaşık 23 ile 5 milyon yıl önce) ve Pliyosen (yaklaşık 5 ile 2,6 milyon yıl önce), Anadolu önemli iklimsel değişikliklere tanıklık etmiş ve bu değişiklikler bölgenin hem paleovejetasyonunu hem de biyoçeşitliliğini şekillendirmiştir. Miyosen döneminde, küresel sıcaklıklar günümüzden genel olarak daha yüksekti ve bu durum, bölgenin büyük kısmında subtropikal bir iklimin egemen olmasına yol açmıştı. Ancak, Miyosen boyunca özellikle Pliyosen'de soğuma ve kuraklık eğilimleri ortaya çıkmaya başladı ve iklim, modern Akdeniz iklimine benzerlik sunmaya başladı. Bu soğuma eğilimleri, büyük ölçüde levha tektoniği aktiviteleriyle ilişkilidir; örneğin, Tetis Denizi'nin Aip-Himalaya orejenezinin gelişimiyle yaşadığı kapanma süreci daha önce bölgeye sıcak ve nemli hava taşıyan bir yolu engelleyerek atmosferik dolaşım sistemlerini

değiştirmiştir. Anadolu'da bu değişiklikler, ekosistemlerin çeşitlenmesine yol açmış, Pliyosen'de step ve bozkır alanlarının yayılmasına neden olmuştur. Anadolu'nun biyoçeşitliliği, bu iklimsel değişimlere uyum sağlamış, yeni bitki ve hayvan türleri ortaya çıkarken, kurak iklim nedeniyle bazı türler yok olmuştur. Örneğin, Miyosen, modern memeli türlerinin erken atalarının gelişimiyle karakterize edilirken, Pliyosen'de birçok modern bitki ve hayvan grubunun ilk kez ortaya çıktığı gözlemlenmektedir. Bu iklimsel geçişler, yalnızca türlerin dağılımını etkilemekle kalmamış, aynı zamanda Anadolu ekosistemlerinin evrimsel seyrini şekillendiren önemli bir rol oynamıştır.

Günümüzde Jeoloji disiplini içerisinde gerçekleştirilen paleoiklim alışmalar, Anadolu'nun iklim tarihini anlamamıza yardımcı olmakta ve gelecekteki ekolojik değişimleri ngrmemize katkı sağlamaktadır. Geçmişte yaşanan iklimsel değişimler ve bunların ekosistemler üzerindeki etkileri, günümüzde iklim değişikliğiyle mcadelede önemli dersler sunmaktadır.

Paleoclimate Evolution of Anatolia

Mine Sezgül Kayseri Özer¹ & Funda Akgün²

¹Dokuz Eylül University, Institute of Marine Sciences and Technology

²Dokuz Eylül University, Department of Geological Engineering

Paleoclimate is a scientific field that examines the climatic conditions of Earth's past geological periods. Since the formation of the planet, climate has undergone continuous changes due to both natural processes and external influences. The primary drivers of these climatic shifts include fluctuations in solar radiation, variations in Earth's orbital parameters (Milankovitch cycles), plate tectonics activities, volcanic activity, atmospheric gas composition, changes in ocean currents, glacial expansion and contraction, meteorite impacts, and biological processes (the effect of vegetation and marine life activities on atmospheric gases).

The paleoclimatic history of Anatolia has been shaped by its geographical position and geological evolution, leading to significant climatic variations over time. Approximately 23 million years ago, the uplift of Anatolia contributing to regional climatic diversity. During glacial periods, the interior regions of Anatolia became colder and drier, whereas coastal areas remained relatively milder. These climatic fluctuations were influenced by factors such as interactions with the Mediterranean and Black Seas, monsoonal dynamics, wind systems, sea level changes, and local topographical features. Especially after the Paleogene and Neogene, the Quaternary period, covering the last 2.6 million years, represents one of the most dynamic phases of climatic variability. This period was marked by alternating glacial and interglacial cycles, significantly impacting Anatolia. During the Last Glacial Maximum (approximately 115,000–11,700 years ago), the central regions of Anatolia experienced cold and arid conditions, while coastal areas provided more suitable habitats for human and animal populations. As the glacial period ended, rising temperatures led to increased sea levels and transformations in vegetation patterns. These paleoclimatic changes had profound effects on Anatolia's biodiversity. During glacial periods, Anatolia served as a refuge for many species migrating between Europe and Asia, while interglacial phases facilitated species dispersal and ecosystem restructuring. Wet periods favored the expansion of forest ecosystems, whereas arid phases promoted the dominance of steppe and grassland biomes. Such climatic variations directly influenced plant communities and animal populations, which, in turn, shaped the settlement patterns and migration routes of early human societies. The Quaternary period is also a time period in which the interaction between human activities and climate gradually increased. With the advent of agriculture around 10,000 years ago, anthropogenic factors such as deforestation, soil erosion, and the exploitation of water resources began altering local ecosystems. The Industrial Revolution further intensified these impacts, as fossil fuel consumption and greenhouse gas emissions accelerated human-induced climate change beyond natural variability.

During the Miocene (approximately 23 to 5 million years ago) and Pliocene (approximately 5 to 2.6 million years ago), Anatolia experienced significant climatic changes that shaped both its paleovegetation and biodiversity. During the Miocene, global temperatures were generally higher than today, leading to a widespread subtropical climate in much of the region. However, as the Miocene progressed, cooling and drying trends began to emerge, particularly in the Pliocene, when the climate began to resemble more of the modern Mediterranean climate. These cooling trends are largely associated with plate tectonic activities; for example, the closure of the Tethys Sea by the development of the Alp-Himalayan orogenesis altered atmospheric circulation systems by blocking a pathway that previously carried warm, moist air to the region. In Anatolia, these changes led to a diversification of ecosystems, with the spread of steppe and grasslands in the Pliocene. The Anatolia

biodiversity adapted to these shifts, with new species of plants and animals emerging, while others went extinct due to the drier climate. For example, the Miocene saw the development of early ancestors of many modern mammal species, while in the Pliocene, the first appearance of many modern plant and animal groups can be traced. These climatic transitions not only influenced the distribution of species but also played a crucial role in shaping the evolutionary trajectory of Anatolia's ecosystems.

Today, palaeoclimatic studies carried out within the discipline of geology help us understand the climate history of Anatolia and contribute to the prediction of future ecological changes. The climatic changes of the past and their effects on ecosystems offer important lessons for combating climate change today.

SU VE SU POLİTİKALARI

İsmail KÜÇÜK
Meteoroloji Mühendisleri Odası
ismkck@gmail.com

ÖZ: Dünya ekosistemi, doğal varlıklar ve doğal kaynaklar olarak iki sınıfla tanımlanır. İnsan müdahalesi olmadan doğada bulunan tüm canlı ve cansız unsurlar doğal varlıklar, doğadan doğrudan elde edilerek insanların kullanımına sunulan maddeler ise doğal kaynaklar, doğal kaynaklar ise yenilenebilir ve yenilemez olarak iki gruba ayrılmaktadır. Doğal varlıklar ormanlar, su, atmosfer, toprak, doğal kaynaklar ise rüzgâr ve güneş enerjisi, hidrolojik döngü, tarım orman ürünleri olarak sayılabilir. Su, hidrolojik döngünün temel elemanı olması nedeniyle iki kaynak sınıflandırması içinde de yer almaktadır. Su, sahip olduğu temel özellikleri nedeniyle her kesimin dikkatini çekmektedir. Suyun ekonomik göstergelerde temel veri olması ise çok daha fazla bir süreci işaret etmektedir.

Anahtar Kelimeler: Doğal Kaynak, Doğal Varlık, Güvenilir Su, Su Kanunu, Su Kaynakları, Suya Erişim,

Çalışmanın Amacı

Su mevsimlere, yerkürenin coğrafi ve iklim bölgelerine bağlı olarak değişkenlik göstermektedir. Su hidrolojik döngüsü ile başta ekolojik yaşamın kendini yenilemesinin yanı sıra birçok üretim alanı için önemli katkılar sağlar. İnsanların doğaya müdahalesinin artması ve müdahalenin boyut değiştirmesi nedeniyle hidrolojik döngünün kesintiye uğramasından kaynaklı yaşanan sorunların şiddeti değişmektedir. Hidrolojik döngünün doğal durumunun değiştirilmesi, suyun ekstrem durumlarında sorunların boyutlarını dahada büyütmektedir. Bu durum kuraklıklar ile sel ve taşkınların etkilerinin daha büyük boyutlarda yaşanmasına neden olmaktadır.

Dünya'nın yaklaşık 1,4 milyar kilometreküp olan toplam su varlığının; %97,5 tuzlu, %2,5 tatlı su dur. Tatlı suyun %68,7 buzullar ve kalıcı kar örtüsü, %30,1 yeraltı, %0,9 diğer tatlı su kaynakları, %0,3 yüzey suları şeklindedir. İnsan kullanımına en uygun su kaynakları nehirler, göller ve yeraltı sularıdır. Kontrol edilmeye çalışılan su Dünya'daki toplam suyun sadece %1'inden daha azdır.

Ulusal Suyumuz

Ülkemiz su kaynakları 25 ana havza üzerinden değerlendirilmekte olup, havzaların su potansiyelleri ile suyun davranışı arasında çok belirgin farklılıklar bulunmaktadır. Ülkemizin yüzeysel kullanılabilir toplam suyu hacim (m³) olarak 180 milyar ile 62 milyar arasında değişmektedir. Değişim yıllara göre çok belirgin farklılıklar göstermekte olup ortalaması 100 milyar olarak hesaplanmaktadır.

Uluslararası tanımlamalarda, yılda kişi başı onbin m³ su düşen ülkelerin su zengini, ikibin m³ su düşen ülke su azlığı ve bin m³ den az su düşen ülkenin ise su fakiri olduğu kabul edilmektedir. Ülkemiz su miktarı bakımından su azlığı olan ancak bölgelere göre değerlendirme yapıldığında bazı bölgelerin su fakiri olduğu görülmektedir.

Suyun Politik Gücü ve Stratejik Önemi

Bölgelere göre nüfus ve endüstriyel faaliyetlerin dağılımların çok farklılıklar göstermesi, nüfus artışı, su kullanım yoğunluğunun atması, su kalitesinin bozulması ve su havzalarının yok edilmesi gibi nedenler suyun sosyo-ekonomik ve politik gücünü artırmaktadır. Su, küresel çapta ekonomik, siyasi ve jeopolitik dengeleri etkileyen bir unsur olarak daha fazla önem kazanmaktadır. Suyun stratejik öneminden dolayı politik gücü Güvenilir Su, Kaliteli Su, Su Yoksunluğu, Su Yoksulluğu, Su Güvenliği gibi kavramlarla belirlenir.

Doğada su tek bir değer ile ifade edilemez. Suyun hidrolojik döngüsü, doğaya yapılan tüm faaliyetlerden doğrudan etkilenmektedir. Son yıllarda su ile ilgili yaşanan sorunlar iklim değişimi ve su ile ilgili mevzuatın yetersiz olmadığı ile açıklanmaya çalışılmaktadır.

İklim Değişimi ve Su

Suyun yer küredeki hareketinde yani hidrolojik döngüsünde iklim belirleyicidir. Suyun buharlaşması, yağışların oluşumu ve dağılımı meteorolojik küresel iklim kuşakları ile yer yüzeyi topografyasıyla doğrudan ilgilidir. İklim değişimi genel hava hareketlerini etkilemektedir. Su toplama havzalarındaki arazi kullanım değişiklikleri suları miktar ve kalite olarak doğrudan etkilemektedir. Bu durum suları yetersiz hale getirirken diğer taraftan da suya bağlı afetlerin artmasına neden olmaktadır. Su kaynaklarında yaşanan sorunların iklim değişimine bağlanması gerçek sorunların gizlenmesidir.

Suyun Kanunu ve Ulusal Mevzuatımızda Su

Su ile ilgili yaşanan sorunların çözümsüzlüğü karşısında, “suyun bir kanunu olmadığı ve su ile ilgili hizmetlerde çok başlılık olduğundan dolayı sorunların çözülemediği” ifade edilmektedir. Gerçekte mevzuatımızda durum nedir?

Ülkemizde su ile ilgili ilk metin, Cumhuriyet öncesi yayımlanan Mecelle’dir. 1926 yılında çıkarılan Medeni Kanun da ise su ile ilgili kısmı düzenlemeleri yapılmaktadır. Cumhuriyet ile birlikte yeni kurulan kurum ve kuruluşlara su ile ilgili görev ve yetki verilmesinin yanı sıra yeni düzenlemeler gerçekleştirilmiştir. Kurum ve kuruluşların kurulması ile birlikte işlerin yürütülmesinin şeklini belirlemek amacıyla çıkarılan ikinci ve üçüncü mevzuatla kanunların verdiği yetki ile düzenlemeler yapılmıştır. Bu düzenlemeler suyun kirliliği, kaynakların korunması, su tahsisleri, taşkın gibi birçok konuları içermektedir.

Mevzuat bir bütün olarak ele alındığında, 8 kanunun başlığında, 69 kanun içeriğinde, 17 yönetmelik başlığında, 206 yönetmelik içeriğinde, 5 tebliğ başlığında ve 84 tebliğ içeriğinde suya atıf yapılmaktadır. Suyun tahsisi, kalitesi, su kaynaklarının kalite ve miktar olarak korunması, suya bağlı afetlere ilişkin tüm sorunlar mevcut su mevzuatıyla çözülebilir.

Değerlendirme

Sular kirleniyor/kirletiliyor, su kaynakları azalıyor/azaltılıyor, yerleşim yerleri sel ve taşkınlardan oluşan zararlar sürekli artıyor. Sorulması gereken soru. Neyi, neden, nasıl eksik yapıyoruz ya da yapamıyoruz da sorunlar artarak devam ediyor? Sorusunun yanıtı arandığında, sorunun mevzuattan ve iklim değişiminden kaynaklı olmadığı görülmektedir.

Suyun stratejik önemini gören güçler su politikası ciddiyle doğanın finansallaşması için kullanıyor.

SU KAYNAKLARI YÖNETİMİNDE ÖNEMİ İHMAL EDİLMİŞ DOĞAL KAYNAK: YERALTISUYU

Mehmet EKMEKÇİ

Hacettepe Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Hidrojeoloji Mühendisliği Programı,
Uluslararası Karst Su Kaynakları Uygulama ve Araştırma Merkezi
Beytepe, Ankara
(ekmekci@hacettepe.edu.tr)

Birbirleri ile etkileşim içinde olan yüzeysuları ve yeraltısuları olmak üzere iki ana kaynaktan oluşan Su Kaynakları Yönetimi bu kaynakların araştırılması, geliştirilmesi ve korunması ile ilgili tüm kavram, yöntem ve eylemleri kapsar. Buna karşın “Suyun Yönetimi” ise suyun kaynaktan alındığı andan, son kullanıcıdan doğaya yeniden bırakıldığı ana kadar geçen süreçlerin yönetimi ile ilgilidir. Bu nedenle, Su Yönetimi, Su Kaynakları Yönetimi temeli üzerinde gerçekleştirilmelidir. Olmayan kaynağın yönetimi de olmayacaktır. Bu açıdan bakıldığında, su kaynakları yönetiminin, suyun değil kaynağın yönetimine yönelik olduğu anlaşılır. Kaynak yönetimi, su kaynağının doğal bir sistem olarak oluşum ve hareketinin anlaşılmasını ve buradan giderek her türlü etkiye karşı uzamsal/zamansal tepkilerinin kestirilmesini gerektirir.

Erişilebilirliği yüzeysuyu kaynaklarına göre daha güç olan yeraltısuları, yüzeysularına göre gerek meteorolojik değişkenliklere karşı “dindirilmiş” tepkileri, gerekse kirleticilere karşı doğrudan açık olmamaları nedeniyle daha güvenilir kaynaklar olarak değerlendirilmektedir. Bununla birlikte, doğrudan gözlenebilen yüzeysularından farklı, görünmeyen bir kaynak olarak yeraltısularının oluşum ve hareketini denetleyen etken ve süreçler çok daha karmaşıktır. İklim değişikliğine uyum sürecinin önemli bir bileşenini oluşturan ve genellikle güvenli suya erişimi olmayan insanlar için bir çözüm sunan yeraltısuyu kaynakları insanların kullanımı açısından olduğu kadar ekosistemlerin sürdürülebilirliği açısından da stratejik bir öneme sahiptir.

Küresel ölçekte, tatlısuyun %30’unu yeraltısuları oluştururken yüzeysuyu kaynakları sadece %1,3’ü dolayındadır. Benzer şekilde, Dünya’da içme suyunun yaklaşık %50’si, sulama suyunun yaklaşık %40’ı ve sanayide kullanılan suyun yaklaşık %30’u yeraltısuyu kaynaklarından karşılanırken, Türkiye’de emniyetli yeraltısuyu potansiyelinin, kullanılabilir yıllık toplam su kaynakları potansiyelinin (112 milyar m³) sadece yaklaşık %16’sını (18 milyar m³) oluşturduğu belirtilmektedir. Nehir havzalarının önemli bir kısmında yeraltısuyu boşalmalarının akışa katkısı dikkate alındığında bu oranın yeraltısuyu kaynakları lehine artacağı anlaşılmaktadır. Bununla birlikte, su kaynakları yönetimi söz konusu olduğunda, yüzeysuyu ve yeraltısuyu kaynaklarının sürekli etkileşim içinde oldukları gözardı edilmesi, Türkiye’de çeşitli örnekleri yaşanan gerek yeraltısuyu rezervuarlarına gerekse suya bağımlı ekosistemlerde geri dönüşü olmayan tahribata neden olabilmektedir.

Hükümetlerin üst düzey politika ve kararları kamu kurumları kanalıyla eyleme geçer. Sürdürülebilir Kalkınma Çözümleri Ağı (SDSN) Raporuna göre Türkiye’de Sürdürülebilir Kalkınma Hedeflerinden su ile ilgili SDG 6 hedefleri açısından ciddi sorunlar hala aşılabilmiş değil. Oysa, Türkiye’deki 25 nehir havzasının “iklim değişikliklerinin su kaynaklarına etkileri” dahil taşkın yönetim planları, kuraklık yönetim planları ve nehir havzası yönetim planları 2020 yılında büyük oranda tamamlanmış görünmektedir. Yönetim planı, adından da anlaşılacağı gibi “sorunun yönetilebilmesi” için alınması gereken önlemlerin ve gerekli eylemlerin tanımlandığı çalışmaları

içerir/içermelidir. Yönetim planlarının hazırlanmış olmasına rağmen kuraklık, taşkın, su kıtlığı sorunları aynı düzeyde yaşanıyorsa ya genel su politikamız ya mevcut kurumsal yapı, ya yönetim planları ve öneriler ya yönetim planlarının uygulanması ya da tümüyle ilgili sorunlarımız olduğu anlamına gelmektedir. Günümüzde geçerli olan bilimsel yaklaşımlar, bu yaklaşımların gerektirdiği bilgi, uygun teknik, yeterli ve gerekli veri ve değerlendirme yöntemlerinin uygulanmasında eksiklik ve/veya yetersizlik bu sorunların yaşanmasında önemli etkenlerin arasında yer almaktadır. Bu durumun ciddi bir şekilde ve su kaynakları yönetimi ile ilgili mevcut anlayış ve kavrayışımızın geçerliliği odaklı yapılması tartışılması yararlı olacaktır. Bu bağlamda, “Sürdürülebilirlik”, “transdisipliner yaklaşım”, vb herhangi bir konuyla ilgili yeni bir anlayışı işaret eden kavram ve terimler, çoğu durumda paradigma kaymalarının göstergeleri olarak değerlendirilmelidir. Son yıllarda “su kaynakları yönetimi” ile ilgili olarak bu tür kavram ve terimler sıkça ve yaygın olarak kullanılmakta, ancak bu kavramların su kaynakları ile ilgili temel anlayış ve kavrayışımızda kökten değişim zorunluluğuna işaret ettiği gözardı edilmektedir.

Bu yadsınması güç gerçeklere karşın, doğrudan gözlenemeyen “görünmez” doğal bir kaynak olan yeraltısuyu genelde gözden ve akıldan uzaktır. “Gözden ırak olmanın getirdiği gönülden ırak olma durumunun da etkisiyle, insan faaliyetleri ve iklim değişiklikleri, yeraltısuyu kaynakları üzerindeki baskıyı daha da arttırmakta, yeraltısuyu rezervlerinin tükenmesi ve kirlilik sorunları yaygın hale gelmektedir. TMMOB tarafından düzenlenen bu sempozyum, önemi herkesçe bilindiği halde, bilerek veya bilmeyerek ihmal edilmiş görünmez kaynağa dikkat çekmek, bu konuda Türkiye’nin durum ve koşullarını irdeleme olanağı vermiştir.

Yeraltısuyu kaynaklarının genelde su yönetimi ve özelde su kaynakları yönetimindeki ihmal edilmişliği, Türkiye’de karşılaşılan su sorunlarının büyük bir kısmının temel nedenini oluşturmaktadır. Ülke politikalarından kurumsal yapı ve kurumlara, sektörden eğitim-öğretime, meslek örgütlerinden mesleği icra edenlere ve nihayet kullanıcıya kadar “ihmal”ler türleri ve sonuca etkileri açısından irdelenmiştir.

Öğretimde müfredatın günün sorunlarına çözüm geliştirebilecek, bilgi ve teknolojik gelişmeleri uyarlayacak şekilde güncellenmesi ve sürekli iyileştirilmesi birincil öneme sahip gereklilik olmakla birlikte yeterli değildir. Ülke politikaları ve ilgili mevzuat ile kurumsal/sektörel yapı, böyle bir öğretim programından mezun olan mühendis adaylarının, öğretimden elde ettikleri kazanımlarını uygulayabilecekleri ortam yaratabilmekte midir? Pratik, bu soruya olumlu cevap vermekten uzaktır.

Türkiye’de “Yeraltısuyu Kaynakları Yönetimi”, genel olarak öğretimde ve kurumsal yapıda “Yeraltısuyu Potansiyeli”nin belirlenmesi düzeyinde kalmıştır. Yeraltısuyu kaynakları yönetimi, günümüzün tılsımlı kavramı olan “sürdürülebilir yönetim” olmak bir yana “sürdürülebilir kullanımı” olarak ifade edilebilecek “yeraltısuyu kaynaklarının geliştirilmesi ve işletilmesi” düzeyine ulaşabilmiş olduğu dahi tartışma konusudur. Öte yandan, “Yeraltısuyu Kaynakları Potansiyeli”nin belirlenmesine yönelik çalışmalar da hesaplamalarda kullanılan, genellemeler, verilerdeki belirsizlikler ve kullanılan yöntemlerden kaynaklanan önemli hata payları nedeniyle güvenilirlik düzeyleri istenen düzeyde sonuçlar verememektedir.

Bu ihmaller sonucunda, yeraltısuyu rezervlerinin tükenmekte olduğunun göstergesi olan yeraltısuyu seviyesinde düşüşler, yeraltısuyu boşalmalarının meydana geldiği derelerde ve kaynaklarda debi

azalmaları ve kurumalar, yeraltısuyundan beslenen göl ve sulak alanlarda çekilmeleri, habitat kayıpları, ekosistem bozulmaları sürmektedir.

Su kaynaklarımızla ilgili sorunların ortaya çıkmasında önemli katkısı olan anlayış ve yaklaşımımızı değiştirmeden bu sorunları çözmemiz mümkün değildir. Su kaynakları yönetiminde “paradigma” değişmiştir. Bu paradigmada, yeraltısularının yönetimi su kaynakları yönetimini açısından anahtar role sahiptir ve yönetim sistemler arası etkileşimin yönü, boyutu ve uzamsal-zamansal konumunun kestirilmesi temelinde gerçekleştirilmelidir. Etkileşim, yeraltısuyu-yüzeysuyu arasında olduğu kadar ekosistemler başta olmak üzere çevresel ve sosyo-ekonomik yapı ile olan karşılıklı etkileri de kapsamaktadır.

Başta yeraltısuyu kaynakları olmak üzere, su kaynakları yönetiminin “etkileşen sistemler” yaklaşımıyla yönetilmesi için öncelikle genel su politikalarının bu yönde oluşturulması; kurumların buna göre yapılanmaları ve mevzuatın bu yaklaşıma uygun bir şekilde güncellenmesi gerekmektedir. Değişimin başladığı yer “eğitim-öğretim” ortamlarıdır. Buna göre lisans/lisansüstü öğretimin yapılanması ve müfredatının bu yaklaşıma uygun bir şekilde güncellenmesi gerekmektedir.

Bildiri, yukarıda özetlenen konuların örnek ve önerileri içerecek şekilde irdelenmesini hedeflemektedir.

3. OTURUM: TOPRAK, TARIM, ORMAN, MERA VE KALKINMA

TÜRKİYE’DE TOPRAK SAĞLIĞININ KORUNMASI İÇİN YENİ BİR YASAL ÇERÇEVE GEREKSİNİMİ

Günay Erpul

Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Toprak Bilimi ABD

erpul@ankara.edu.tr

ÖZ: Türkiye’nin toprak varlıkları, sadece tarımsal üretimin değil; aynı zamanda iklim düzenlemesinin, biyolojik çeşitliliğin ve kırsal yaşamın sürdürülebilirliğinin temelidir. Ancak mevcut veriler, erozyon, kimyasal kirlilik, tuzluluk, arazi mühürleme ve iklim değişikliği baskıları nedeniyle toprak sağlığının hızla bozulduğunu göstermektedir. Mevcut Toprak Koruma ve Arazi Kullanımı Kanunu (5403)¹ ile İklim Kanunu taslağı, toprağı bir ekosistem olarak ele alan bütüncül bir çerçeve sunmamaktadır.

Bu çalışma, Avrupa Birliği’nin 2050²³ hedefli Toprak Sağlığı Yasası’ndan ilhamla, Türkiye’nin ekolojik, sosyal ve kurumsal koşullarına uygun bir Toprak Sağlığı Yasası ihtiyacını bilimsel ve yönetimsel gerekçelerle temellendirmektedir. Önerilen yasa taslağı, toprağı sadece biyofiziksel değil; aynı zamanda sosyoekonomik ve kültürel bir varlık olarak ele almakta, izlenebilir göstergelere dayalı bir ulusal veri altyapısı, kurumsal eşgüdüm mekanizmaları ve restorasyon programlarını içermektedir.

Ayrıca, kırsal üreticilerin, yerel toplulukların ve sivil toplumun sürece katılımını esas alan adil ve katılımcı bir yönetim modeli önerilmektedir.

Sonuç olarak, bu bildiri Türkiye için sadece çevresel değil; aynı zamanda ekonomik ve sosyal öncelikleri kapsayan, çok sektörlü ve sürdürülebilir bir toprak politikası inşasına katkı sunmayı amaçlamaktadır.

Anahtar Kelimeler: Toprak sağlığı, Ekosistem ve iklim uyumu, Toprak politikası, Toprak koruma mevzuatı, Katılımcı toprak yönetimi

¹ 5403 sayılı Toprak Koruma ve Arazi Kullanımı Kanunu, 3 Temmuz 2005 tarihinde kabul edilmiş, 19 Temmuz 2005 tarihli ve 25880 sayılı Resmî Gazete’de yayımlanmıştır (5. Tertip Düstur, Cilt 44).

² AB, 5 Temmuz 2023 tarihinde, toprakları korumak, iyileştirmek ve sürdürülebilir kullanımlarını sağlamak amacıyla yeni bir Toprak İzleme Yasası önerdi. Bu yasa, çevre ve sağlık korumasında yüksek standartlar ve eşit bir rekabet ortamı oluşturmayı hedefleyen bir Toprak Sağlığı Yasası’nı da 2023 yılına kadar duyurdu. Yasa, toprağın çok işlevliliğini ve hayati önemini tanıyarak, özellikle toprakları korumayı ve iyileştirmeyi amaçlamaktadır.

³ AB henüz doğrudan ‘Toprak Sağlığı Yasası’ nı kabul etmemiştir; ancak bu yönde hazırlıklarını sürdüren politika belgeleri (özellikle SKA hedefleriyle uyumlu) bulunmaktadır. Toprak sağlığı, “Avrupa Toprak Ortaklığı” ve “Küresel Toprak Ortaklığı” gibi girişimler aracılığıyla da izlenmekte ve şekillenmektedir. Türkiye’nin bu uluslararası platformlardaki birikimi içselleştirmesi ve kendi toprak stratejisini bu doğrultuda şeffaf, bütüncül ve izlenebilir biçimde inşa etmesi önem arz etmektedir.

1. GİRİŞ

Toprak, sadece gıda üretiminin zemini değil; aynı zamanda karbon döngüsünün bir parçası, su kaynaklarının regülatörü, biyolojik çeşitliliğin yaşam alanı ve kırsal toplumların geçim temelidir. Ancak Türkiye’de toprak varlıkları son yıllarda çok yönlü bir baskı altına girmiştir.

Yıllık 642 milyon ton toprak erozyonla kaybedilmekte, 1,37 milyon hektar alan tuzluluk tehdidiyle karşı karşıya kalmakta ve yılda 2,3 milyar kg kimyasal gübre kullanımı toprağın biyolojik bütünlüğünü zedelemektedir. Bu süreçler, yalnızca çevresel değil; aynı zamanda sosyal, ekonomik ve kültürel bir kriz üretmektedir (Erpul vd., 2018; Erpul vd., 2020; Erpul ve Öztaş, 2022).

Mevcut yasal çerçeve, özellikle 5403 sayılı Toprak Koruma ve Arazi Kullanımı Kanunu, toprağı yalnızca “tarımsal üretim alanı” ve “mülkiyet nesnesi” olarak ele almakta; onun çok işlevli ekosistem hizmetlerini tanımamaktadır. İklim Kanunu taslağı ise toprak sağlığını emisyon azaltım aracı düzeyinde sınırlı bir çerçevede değerlendirmektedir.

Bu bildiri, Türkiye’deki toprak sağlığı krizine ekosistem temelli ve hak odaklı bir yaklaşım getirmek amacıyla, Avrupa Birliği’nin 2050 vizyonlu Toprak Sağlığı Yasası önerisinden yola çıkarak ulusal düzeyde yeni bir yasa gerekliliğini ortaya koymaktadır. Türkiye’ye özgü bir Toprak Sağlığı Yasası’nın, bilimsel temellere dayalı göstergelerle izlenebilir, çok paydaşlı yönetimle sürdürülebilir ve kırsal refah ile entegre bir yapıda olması gerektiği vurgulanmaktadır.

2. TÜRKİYE’DE TOPRAK SAĞLIĞININ DURUMU

Türkiye’nin toprak varlıkları, giderek derinleşen çevresel, iklimsel ve sosyoekonomik baskılar nedeniyle hızla bozulmakta; bu durum yalnızca ekosistem hizmetlerini değil, aynı zamanda gıda güvenliğini, kırsal yaşamı ve kültürel sürekliliği tehdit eden çok boyutlu bir krize dönüşmektedir.

Her yıl ortalama 642 milyon ton toprak su erozyonuyla kaybedilmekte; özellikle tarım arazilerinde hektar başına 8,42 ton, meralarda 18,36 ton, ormanlık alanlarda ise 1 ton düzeyinde kayıplar yaşanmaktadır (Erpul vd., 2018; Erpul vd., 2020). Bu süreç, yalnızca fiziksel kayıplarla sınırlı kalmamakta; aynı zamanda toprakla kurulan geleneksel bilgi sistemlerinin ve yerel üretim pratiklerinin de kopmasına neden olmaktadır.

1,37 milyon hektar alan tuzluluk tehdidi altındadır. GAP gibi sulama ağırlıklı bölgelerde yanlış su yönetimi ve artan kuraklık, üretim kapasitesini düşürmekte ve toprağı bağımlı geçim sistemlerini zayıflatmaktadır. Toprak biyotasını tehdit eden kimyasal gübre ve pestisit kullanımı ise,

yalnızca çevre değil, insan sağlığı ve kırsal geçim olanakları açısından da risk yaratmaktadır (Namlı vd., 2025).

Kentleşme baskısı ile birlikte 1990–2018 arasında yapay yüzeyler %63,6 oranında artmış; 830 bin hektar mera ve 75 bin hektar orman alanı kaybedilmiştir (Namlı vd., 2025). Bu dönüşüm, sadece doğal örtüyü değil; kırsal toplulukların üretim alanlarını, yaşam biçimlerini ve toprakla kurdukları bağları da yok etmektedir. Kırsaldan kente göç hızlanmakta; toprakla ilişkili sosyal gruplar, üretim sisteminin dışına itilmekte ve sosyal kırılma artmaktadır.

Bu fiziksel ve kimyasal baskılara ek olarak, yönetişimsel eksiklikler ve yasal parçalanmışlık da sorunun yapısal derinliğini artırmaktadır. Toprak sağlığına dair mevzuatlar arasında yatay entegrasyon zayıftır; veri paylaşımı, izleme sistemleri ve kurumsal eşgüdüm yeterince gelişmemiştir. 5403 sayılı yasa, toprağın çok işlevli doğasını ve toplumsal değerini tanınamakta; yalnızca üretim alanı perspektifine sıkışmaktadır.

Sonuç olarak, Türkiye’deki toprak sağlığı sorunları yalnızca biyofiziksel değil; aynı zamanda kurumsal, hukuksal ve sosyoekonomik düzeylerde de yaşamsal bir kırılma noktasına ulaşmıştır.

3. MEVCUT POLİTİKALARIN KISITLARI

Türkiye’de toprak sağlığına ilişkin mevcut mevzuat, farklı sektörlere (tarım, çevre, orman, şehircilik, iklim) dağılmış durumdadır. Ancak bu düzenlemeler, toprağın yalnızca üretim temelli bir varlık olarak görülmesine dayalıdır; onun ekosistem hizmeti sunan, iklim direncini şekillendiren ve kırsal yaşamı taşıyan çok boyutlu doğası çoğunlukla göz ardı edilmektedir (Erpul vd., 2023’a; Erpul vd., 2023b) (Çizelge 1).

Bu durum hem hukuki hem de yönetişimsel düzeyde ciddi kısıtlara yol açmakta; mevzuatlar arasında yatay entegrasyon sağlanamamakta, uygulama kapasiteleri düşük kalmaktadır. Toprakla kurulan toplumsal bağlar ve kırsal bilgi sistemleri ise mevcut düzenlemelerde görünmez hâle gelmektedir.

Çizelge 1. Türkiye’de Toprakla İlgili Mevzuatın Güçlü ve Sınırlı Yönleri

Mevcut Politika / Yasa	Güçlü Yönleri	Sınırlılıkları
5403 Sayılı Toprak Koruma ve Arazi Kullanımı Kanunu (2005)	Tarım arazilerinin amaç dışı kullanımını sınırlama, arazi toplulaştırma teşvikleri	Toprak sağlığı göstergelerine dayalı izleme eksikliği, ekosistem hizmetleri tanımlanmamış
İklim Kanunu ⁴ (2024 – Taslak)	Sera gazı azaltımı, yeşil gübre, organik üretim gibi önlemler içeriyor	Toprağı sadece karbon azaltım aracı olarak görüyor, 'toprak sağlığı' kavramı geçmiyor
Çevre ⁵⁶ , Orman, Mera, Tarım Kanunları	Her biri kendi alanında doğal varlıkları korumaya çalışır	Politikalar arası eşgüdüm zayıf, toprak-toplum ilişkisi görünmüyor
Uygulama ve İzleme Sistemleri	Kısmi göstergeler bazı projelerde yer almakta	Ulusal ölçekli, sürekli ve açık veri tabanına dayalı sistem bulunmuyor; kırsal bilgi entegrasyonu eksik

4. TÜRKİYE İÇİN VİZYONER BİR HEDEF: SAĞLIKLI TOPRAKLARA GİDEN YOL

Giderek derinleşen iklim krizleri, biyolojik çeşitlilik kaybı, gıda güvencesizliği, kırsal nüfusun azalması ve kentleşme baskısı karşısında, Türkiye'nin toprak varlıklarını korumaya yönelik mevcut yaklaşımlarını stratejik bir vizyonla yeniden kurgulaması artık zorunludur (Erpul vd., 2025).

Toprak, yalnızca üretim için bir araç değil; aynı zamanda ekosistem hizmetlerinin taşıyıcısı, iklim direnci sağlayıcısı, kırsal yaşamın temel zemini ve toplumsal sürekliliğin maddi temeli olarak ele alınmalıdır. Sürdürülebilir kalkınma hedeflerine ulaşmak, yeşil ekonomiye geçişi başarmak ve kırsal bölgelerde sosyal direnci artırmak için, toprağın bu çok boyutlu değerini merkeze alan yeni bir yaklaşıma ihtiyaç vardır.

Bu bağlamda önerilen Toprak Sağlığı Yasası, aşağıdaki somut hedefler çerçevesinde şekillendirilmelidir:

- **2050 Ufku: Toprakların Yeniden Sağlık Kazanması:** Türkiye'nin tüm topraklarının 2050 yılına kadar sağlıklı hâle getirilmesi; bozulmuş alanların kademeli restorasyonu ve mevcut sağlıklı toprakların korunması ulusal bir vizyon haline gelmelidir.

⁴ Hazırlanan İklim Değişikliği Kanun Teklifi, Türkiye Büyük Millet Meclisi'ne sunulmuş ve 26 Şubat 2025 tarihinde TBMM Çevre Komisyonu tarafından kabul edilmiştir.

⁵ Toprak Kirliliğinin Kontrolü ve Noktasal Kaynaklı Kirlenmiş Sahalara Dair Yönetmelik, 8 Haziran 2010 tarihli ve 27605 sayılı Resmî Gazete’de yayımlanmıştır. Erişim: <https://www.mevzuat.gov.tr/>.

⁶ Toprak Kirliliğinin Kontrolü ve Noktasal Kaynaklı Kirlenmiş Sahalara Dair Yönetmelik Yeterlilik Belgesi Tebliği, 17 Haziran 2011 tarihli ve 27967 sayılı Resmî Gazete’de yayımlanmıştır. Erişim: <https://www.mevzuat.gov.tr/>.

- **Toprak Sağlığı İzleme Sistemi Kurulmalı:** Toprak organik maddesi, biyolojik çeşitlilik, sıkışma, tuzluluk, erozyon ve kimyasal kirlilik gibi göstergelere dayalı, bölgesel düzeyde uygulanabilir, veriye dayalı bir izleme sistemi oluşturulmalıdır.
- **Kirlenmiş Alanların Tespiti ve İyileştirilmesi:** Türkiye genelinde kapsamlı bir kirli toprak envanteri çıkarılmalı, risk haritaları hazırlanmalı ve yerel düzeyde restorasyon programları başlatılmalıdır.
- **Toprağın Karbon Yutağı Niteliği Güçlendirilmeli:** Doğa temelli çözümler (örtü bitkileri, organik gübreleme, minimum toprak işleme) teşvik edilmeli; toprağın karbon tutma kapasitesi artırılmalı ve arazi politikaları net sıfır emisyon hedefiyle uyumlu hâle getirilmelidir.
- **Toprak Biyoçeşitliliği ve İnsan Sağlığı Korunmalı:** Toprak mikroorganizmalarının işlevselliği desteklenmeli; pestisit ve ağır metal kirliliğine karşı önleyici tedbirler alınmalı; gıda zinciri üzerinden halk sağlığına yönelik etkiler izlenmelidir.
- **Raporlama ve Politika Entegrasyonu Sağlanmalı:** Hazırlanacak 'Toprak Sağlığı Raporları', tarım politikaları, şehir planlamaları, iklim uyum stratejileri ve kırsal kalkınma programlarıyla entegre edilmelidir.

Toprağın korunması artık yalnızca çevresel bir hedef değil; aynı zamanda ekonomik rekabet gücü, kırsal istikrar, gıda egemenliği ve toplumsal refah açısından da stratejik bir önceliktir. Türkiye, bu alanda dışarıdan ithal modelleri uygulayan değil; kendi ekolojik, sosyal ve kurumsal gerçekliğine dayalı, toprak-toplum ilişkisini merkeze alan özgün bir politika mimarisi inşa eden bir ülke olmalıdır.

5. ÖNERİLEN MODEL: TÜRKİYE TOPRAK SAĞLIĞI YASASI

Türkiye’de toprak sağlığını yalnızca üretim verimliliği değil; ekosistem işlevselliği, iklim direnci, kırsal yaşamın sürdürülebilirliği ve toplumsal refah boyutlarında ele alan bütüncül bir yasal çerçeve artık kaçınılmazdır. Bu bağlamda önerilen Toprak Sağlığı Yasası, aşağıda verilen Çizelge 2’deki temel bileşenlere dayanmaktadır.

Bu öneri, yalnızca toprak sağlığının biyofiziksel göstergeleriyle sınırlı kalmayıp, toprakla kurulan toplumsal ilişkileri, kırsal geçim biçimlerini ve ekosistem temelli kalkınma hedeflerini de içerecek biçimde kurgulanmalıdır. Yeni yasa, Türkiye’nin iklim taahhütleriyle uyumlu, gıda egemenliğini destekleyen ve kırsal toplumları güçlendiren bir çerçeve oluşturmalıdır.

Çizelge 2. Türkiye Toprak Sağlığı Yasası İçin Önerilen Temel Bileşenler

Bileşen	Açıklama
1. Toprak Sağlığı İlkeleri ve Tanımı	Toprak; canlı, çok işlevli bir ekosistem olarak tanımlanmalı. Organik madde, biyoçeşitlilik, karbon depolama ve kırsal yaşamla ilişkisi yasada güvence altına alınmalı.
2. Göstergelere Dayalı İzleme Sistemi	Organik madde oranı, erozyon, tuzluluk, sıkışma, kimyasal kirlilik, mikrobiyal çeşitlilik gibi göstergelere dayalı ulusal ölçekte bir izleme ve raporlama sistemi kurulmalı. Veriler açık erişimli olmalı.
3. Kurumsal Eşgüdüm ve Yönetişim	Tarım ve Orman Bakanlığı liderliğinde, çok paydaşlı bir Toprak Sağlığı Konseyi kurulmalı. Bilimsel, yerel ve toplumsal temsiliyet sağlanmalı.
4. Restorasyon ve Risk Yönetimi	Tuzluluk, kirlilik, biyolojik bozulma gibi sorunlara özel restorasyon planları hazırlanmalı. 'Kirleten öder' ve 'önleyici müdahale' ilkeleri yasal çerçeveye alınmalı.
5. Politikaların Entegrasyonu	Toprak politikaları; iklim stratejileri, tarımsal destekler, su ve kırsal kalkınma politikalarıyla entegre edilmeli. Doğa temelli uygulamalara öncelik verilmeli.
6. Sosyal Adalet ve Katılım	Küçük üreticiler, kadınlar, gençler yasa yapım ve uygulama süreçlerine aktif biçimde dahil edilmeli. Katılımcı izleme sistemleri ve bilgiye erişim mekanizmaları kurulmalı.

6. SONUÇ VE POLİTİKA ÇAĞRISI

Türkiye'nin toprakları, yalnızca gıda üretiminin temeli değil; aynı zamanda iklim sistemlerinin taşıyıcısı, biyoçeşitliliğin yaşam alanı, su döngüsünün regülatörü ve kırsal toplulukların yaşamsal zeminidir. Ancak bugünkü tablo, bu çok işlevli varlığın fiziksel, kimyasal, biyolojik ve yönetişimsel açılardan ciddi biçimde bozulduğunu göstermektedir. Erozyon, tuzluluk, kirlilik ve mühürleme gibi baskılarla zayıflayan toprak sağlığı; aynı zamanda kırsal göç, gıda güvencesizliği ve toplumsal dışlanma gibi sosyal krizlerle birleşmektedir. Mevcut yasal çerçeveler, bu çok katmanlı krize yanıt verecek bütüncül bir sistem sunamamaktadır.

Türkiye için ekosistem temelli, hak odaklı ve katılımcı bir Toprak Sağlığı Yasası, yalnızca çevresel değil; aynı zamanda sosyoekonomik ve kültürel bir gerekliliktir. Bu bağlamda önerilen acil adımlar şunlardır: 1) Yasal hazırlık süreci başlatılmalı; bilim insanları, yerel topluluklar, üretici örgütleri ve kamu kurumlarıyla çok paydaşlı bir taslak süreci yürütülmelidir; 2) Toprak sağlığı göstergeleri ve izleme sistemleri ulusal düzeyde tanımlanmalı ve yasal temele oturtulmalıdır; 3) Yerel halkın bilgi sistemleri, üretim deneyimi ve yönetişim kapasitesi yasa yapım sürecine entegre edilmelidir; 4) Toprak restorasyonu, risk azaltımı ve kirlenmiş alanların rehabilitasyonu kamu destekli programlarla yaygınlaştırılmalıdır; 5) Politika uyumu sağlanarak, toprakla ilgili mevzuatlar

iklim değişikliğiyle mücadele, tarımsal destekler, kırsal kalkınma ve çevre yönetimiyle eşgüdümlü hâle getirilmelidir.

Sonuç olarak, toprak sadece doğanın değil; toplumun, geleceğin ve ortak yaşamın evidir. Toprak sağlığını korumak, yalnızca çevreyi değil; adaleti, refahı ve demokrasiyi korumaktır.

KAYNAKLAR

Erpul, G., Şahin, S., İnce, K., Küçümen, A., Akdağ, M.A., Demirtaş, İ., Çetin, E., 2018. Türkiye Su Erozyonu Atlası (Water Erosion Atlas of Turkey), Çölleşme ve Erozyonla Mücadele Genel Müdürlüğü Yayınları, ISBN: 978-605-9550-23-9. Ankara.

Erpul, G., Şahin, S., İnce, K., Küçümen, A., Akdağ, M.A., Demirtaş, İ., Sarıhan, B., Çetin, E., Şahin, S. 2020. Su Erozyonu İl İstatistikleri. Toprak Erozyonu Kontrol Stratejileri (Sürdürülebilir Arazi/Toprak Yönetimi Uygulama ve Yaklaşımları). Çölleşme ve Erozyonla Mücadele Genel Müdürlüğü Yayınları. Ankara.

Erpul, G. Öztaş, T. 2022. Toprak Erozyonu ve Toprak Bozulması, 13. Bölüm (391 – 422), Toprak Bilimi (Ed., Ahmet Ruhi Mermut). Nobel Akademik Yayıncılık: Yayın No: 3969. ISBN: 978-625-417-524-4. E-ISBN: 978-625-417-525-1.

Erpul, G., Mor, B., Öztaş, T., Akça, E. 2023'a. Sürdürülebilir Tarım ve Gıda Güvenliği, Bölüm 11 (413 – 452), Çevre Diplomasisi ve Türkiye (Editörler, Âdem Bilgin, Betül Gökür, Günay Erpul). İMGE Kitapevi Yayınları. imge.com.tr, ISBN: 978-625-845-501-6.

Erpul, G., Akça, E., Tekin, S.N., Karaman, N.A., Canlı, P., Morkoç, S., Kavaklı Karataş, Z., Dursunoğlu, F.Ü., 2023b. Arazi Tahribatının Dengelenmesi Karar Destek Sistemi İl İstatistikleri ve Sürdürülebilir Arazi Yönetimi Yaklaşımları ve Uygulamaları Çölleşme ve Erozyonla Mücadele Genel Müdürlüğü Yayınları. Ankara.

Namlı, A., Akça, E., Akça, M.O., Aydın, G., Erdem, D.B., Çullu, M.A., Saygın, S.D., Erpul, G., Kızılkaya, R., Ortaş, İ., Öztürk, H.S., Torun, M.B., Turgay, O.C. 2025. Sürdürülebilir Toprak Yönetiminin Göstergeleri, Sayfa: 100-125. Türkiye Ziraat Mühendisliği X. Teknik Kongresi. (13-17 Ocak 2025, Ankara).

Erpul, G., Tekin, S.T., Akça, E., Öztaş, T. 2025. Küresel Çevre Politikaları Yaklaşımlarının Türkiye Sürdürülebilir Arazi/Toprak Yönetimi Programlarında ATD-KDS'nin Kullanılması, Sayfa: 35-49. Türkiye Ziraat Mühendisliği X. Teknik Kongresi (13-17 Ocak 2025, Ankara).

TARIMSAL ÜRETİMDE MERALARIMIZIN GELECEĞİ

Osman ÖZBAY

Ziraat Yüksek Mühendisi

Tarım ve Orman Bakanlığı

Emekli Çayır Mera Yem Bitkileri Daire Başkanı

ÖZ: 4342 Sayılı Mera Kanunu çıkmadan önceki dönemde, meralarımız bir yandan azalırken, diğer taraftan ot verim ve kaliteleri düşerek fakirleşmiştir. Bu dönemde meralar sahihsiz kalmış, insan, üretim ve çevre ilişkisi bozulmuştur. Bu dönemde görülen sorunların giderilerek, tarımsal üretim döngüsünün yeniden kurulması amacıyla, 1998 yılında çıkarılan 4342 Sayılı Mera Kanunuyla; meraların tespit, tahdit ve tahsislerinin yapılması, kurallara uygun şekilde kullandırılması, ıslahlarının yapılarak kullanımlarının denetlenmesi ve korunması amaçlanmıştır. Kanun çalışmaları için ihtiyaç duyulan finansın temini içinde Mera Fonu kurulmuştur. Mera Kanunu, getirdiği **yeni mera yönetim modeli olma** ve kendi finansını sağlayan örnek bir kanundur. Makalemde; geçtiğimiz 27 yıllık süreçte, bakanlık tarafından 4342 Sayılı Mera Kanunu kapsamında yapılan tahsis çalışmaları ile, bakım, koruma ve yetersiz kalan ıslah çalışmalarının tartışılması ve çözümler üretilmesi gerektiğini vurguladım. 4342 Sayılı Mera Kanunu ile getirilen **Mera Yönetim Modeliyle**, meraları ıslah etmek ve hayvancılık yapmak koşuluyla köy veya belediyede yaşayan çiftçilerle özel sektöre ve çiftçilere kiralanması gerektiğini, bu yöntemle ıslah çalışmalarını hızlanacağı, insan, üretim ve çevre ilişkisinin kısa sürede kurulabileceği değerlendirilmektedir.

Anahtar Sözcükler: Mera Kanunu, mera yönetimi, koruma, geliştirme, Mera Fonu

1. GİRİŞ

Ülkemizin, hayvan varlığı bakımından büyük potansiyele sahip olduğu bilinmektedir. Yurdumuzun coğrafi konumu, iklim özellikleri ve doğal yapısı hayvancılık için uygun koşullara sahiptir. Ülkemizde hayvancılık, geniş ölçüde, meralara dayalı olarak yapılmaktadır. Yem bitkileri ekilişleri istenilen bir seviyede değildir. Yetiştiricilerimiz geleneksel alışkanlıklar kurtulup, modern işletmeciliğin gerektirdiği bilgi, beceri ve ekonomik düzeye maalesef yeterince ulaşamamıştır. Üretimi artırmak modern tarım ve hayvancılık tekniklerinin gereklerini yerine getirmekle mümkündür. Çiftçilerimiz meraları sadece bedava yem kaynağı olarak görmekte, mümkün olduğunca daha fazla yararlanmak amacıyla, hayvanlarını meraya erken çıkararak geç sonbahara kadar otlatmaktadırlar. Mera bitki örtüsünün gelişmesi tamamlanmadan hayvanların meralara gelişigüzel çıkarılmaları, bilinçsiz ve aşırı otlatmayla, bitki örtüsü ve kökleri tahrip olmaktadır.

Planlı kalkınma döneminin başladığı 1963 yılından günümüze gelinceye kadar, 5 yıllık plan ve yıllık programlarda çayır ve meraların önemi, bakımı, korunması, ıslahı, geliştirilmesi ve otlatma teknikleriyle ilgili çok yararlı hedefler tespit edilmiştir. Ne yazık ki, çiftçiler tarafından meraların bir disiplin altına alınma isteğinin yetersizliği, bilinçsizliği, koruma ve kollamadaki yetersizlikleri sebebiyle bu hedefler kâğıt üzerinde kalmıştır. Bu nedenle, doğal kaynak üretim alanlarımız akıl almaz bir sorumsuzlukla yitirilmiştir. Topraktan akarsuya, denizlere ve meralara kadar tüm doğal üretim kaynakları, sanayileşmiş ülkelerin kendi yararlarına dönük hesapları ve kirlilik ihraç eden politikaları yüzünden bozulmaya ve yitirmeye devam etmektedir. Doğal kaynak üretim alanlarının geri ve gelişmekte olan ülkeler bazında, yeterli ve dengeli beslenme için, besin maddelerine duyulan ihtiyacın giderek arttığı bir ortamda korunmaları önemlidir.

Tarım ve hayvancılık, ülkemiz için bugün ciddi bir konudur ve yanında ciddi konu olmaya devam edecektir. Türkiye toplumunun besin ve diğer girdi ihtiyaçlarının tümüyle ithalata bağlı olmamasının tek yolu, tarım ve hayvancılığımızın ayakta kalması, daha da önemlisi, rekabet gücünün artırılmasıdır. Doğal kaynakların koruma, geliştirme ve özünde sürdürülebilir tarım anlayışının yanında, mera ve benzeri alanların sahiplenilmesi ve geliştirilmesi olgusu, tarımı ve hayvancı açısından öncelik verilmesi gereken olmazsa olmaz bir önkoşuldur. Tarımsal üretim yapısında öncelik alması gerekli hayvancılığın gelişmesini sağlamak biçiminde özetlenebilecek iki temel gerekçe, mera ve benzeri alanların sahiplenilmesi, geliştirilip verimli kılınması kaçınılmaz ve ertelenemez bir zorunluluk olarak karşımıza çıkarmaktadır. Bu iki temel eksenin yanında, olumsuz, bireysel, faydacı ve yağmacı anlayışlarla azaltılmış, nitelikleri bozulmuş, üretkenliklerini yitirmiş olan meralarımızın hazin tablosu bu yaklaşımı ayrıca gerekli kılmaktadır. Meralar her şeyden önce kendi içinde bir ekosistem demektir. Bu ekosistem bitki ve hayvanlardan oluşan binlerce canlıya yerin altında ve üstünde ev sahipliği yapmaktadır. Bu nedenle mera denince akla; ekosistem, hayvancılık, kaliteli yem kaynağı, ucuz yem maliyeti, erozyon önleyici, yaban hayata ev sahipliği, yaşam kaynağı, doğal kaynak alanlarını ifade etmektedir. Bu nedenle; meraların verimliliklerinin artırılması ve ıslah edilmeleri ile, bakım ve korunmaları zorunludur.

1982 Anayasasının 45 inci maddesi bu konuyu ele almış “Devlet, tarım arazileri ile çayır ve meraların amaç dışı kullanılmasını ve tahribini önlemek, tarımsal üretim planlaması ilkelerine uygun olarak bitkisel ve hayvansal üretimi artırmak maksadıyla, tarım ve hayvancılıkla uğraşanların işletme araç ve gereçlerinin ve diğer girdilerinin sağlanmasını kolaylaştırır” hükmünü getirmiştir. Ancak, bu getirilen hüküm, Anayasanın sayfaları arasında kalmış ve meralar aşırı bir şekilde tahrip edilmiştir. Bütün bu öngörülere karşın, 1998 yılına kadar, çayır ve meralarımızla ilgili bir yasa çıkarılarak yürürlüğe konulamamıştır. Geçmişte yaşanan olumsuzlukları gidermek amacıyla çıkarılan 4342

Sayıli Mera Kanunu; ÷lkemizde çayır ve meralarının kullanım ve bakım prensiplerinin kamu tarafından planlanması, düzenli bir şekilde denetlenmesi, amaç dışı kullanımına izin verilmemesi, bu alanların amacına uygun olarak kullanılarak, hayvansal üretime en yüksek seviyede katkı sağlayarak, sürdürülebilir verimliliği ve çevreyi temin eden bir **Mera Yönetim Modeli getirmektedir**. Ayrıca günümüzde ve gelecekteki değişimlere de yön veren bir anlayışı ortaya koymaktadır.

2. DÜNYADA MERA YÖNETİMİ

Yerkürenin büyük bir bölümü çayır ve meralardan oluşmaktadır. Dünya mera alanı 3,3 milyar hektar olup, tarım alanlarının %67'sini, kara alanlarının da %25'ini kapsamaktadır (FAO-2015). Meralar; hayvancılığı gelişmiş olan ÷lkeler tarafından yoğun bir şekilde kullanılmakta, bakım ve ıslahları yapılmakta, sürdürülebilir kullanımı temin edilerek hayvancılık işletmelerinin kaliteli kaba yem ihtiyacı bu alanlardan karşılanmaktadır. Çayır ve meralarını, amenajman kurallarına uygun kullanan AB Ülkelerinde, ABD'de, Avusturya ve Yeni Zelanda gibi ÷lkelerde büyük ve küçükbaş hayvanların tükettiği kaliteli kaba yemin %40-95'i meralardan karşılanmaktadır. **Çünkü; bu ÷lkelerde kamuya ait meralar, bedel karşılığı, bireysel hayvancılık işletmeleri tarafından kiralanarak kullanılmaktadır**. Kiralanan meraların kullanım ve bakım prensipleri kamu tarafından planlanmakta ve düzenli bir şekilde denetlenmektedir. Çayır ve meraların amaç dışı kullanımına asla izin verilmemektedir. Bu sayede, hayvansal üretime en yüksek seviyede katkı sağlanmaktadır.

3. ÜLKEMİZDE MERA YÖNETİMİ

Ankara Ziraat Fakültesi Yem Bitkileri Çayır ve Mera Anabilim Dalı kurucusu rahmetli hocamız **Sayın Prof. Dr. Ömer Tarman**'ın "**Bir ulusun varlığını, bağımsızlığını koruması, üzerinde yaşadığı toprağı ve elinde bulundurduğu doğal kaynakları iyi kullanmasına bağlıdır**" cümlesinde ifadesinde bulduğu gibi, meralarımızın da ormanlarımız, madenlerimiz ve akarsularımız gibi, korunması, bakımı ve ıslahlarının yapılması gereken en başta gelen doğal kaynaklarımızdandır. Hayvancılık sektöründe karlılık ve verimliliği sağlayarak, ÷lke ekonomisine olumlu katkı sağlayan önemli doğal kaynaklarımızdan meraların sürdürülebilir verimliliğinin sağlanması ve korunması için, ÷lkemizde uygulanan **Mera Yönetim Modelini** iki dönemde değerlendirmemiz gerekir.

3.1. Mera Kanunundan Önceki Dönemde Mera Yönetimi

4342 Sayılı Mera Kanunu yürürlüğe girmeden önce köy ve belediyeye tahsis edilen Mera, yaylak ve kışlakların yönetimi, 7 Ramazan 1274 Kanunname-i Arazi (**Arazi Kanunu**) ve Medeni Kanun içinde yer alan Arazi Kanunu'nun yürürlükte olan hükümlerine göre yapılmaktaydı. Bunun yanında, bazı özel kanunlarla farklı kurumlara farklı görevler verilmiştir. Ancak, kamu mera, yaylak ve kışlakları ile ilgili bu dönemde ilk kapsamlı düzenleme **1757 sayılı Toprak ve Tarım Reformu Kanunu ile gerçekleştirilmiştir**. Mera, yaylak ve kışlakların hukukî durumlarının tespiti, köy ve belde tüzelkişilikleri adına tahsisi, gerektiğinde tahsis amacının değiştirilmesi işleri, 1757 sayılı Toprak ve Tarım Reformu Kanunu yürürlüğe girinceye kadar, 4753 ve 5618 sayılı Çiftçiyi Topraklandırma Kanunlarının verdiği yetkiye dayanılarak, mülga Toprak ve İskân İşleri Genel Müdürlüğüne yürütölmekteydi. 1757 sayılı Toprak ve Tarım Reformu Kanununa göre yapılan uygulamalar ise, reform bölgesi içinde, mülga Tarım Reformu Müsteşarlığınca yürütölmüştür. Daha sonra, 4753 ve 5618 sayılı Kanunların yürürlükten kaldırılması ve bilahare, 1757 sayılı

Toprak ve Tarım Reformu Kanununun 1978 yılında Anayasa Mahkemesince iptali sonucu, konuyla ilgili görevlerin yapılmasını sağlayacak düzenlemelere imkân verecek hiçbir hukukî dayanak kalmamıştır. ***Aslında, bu sayılan kanunlarda, büyük ölçüde, mera, yaylak ve kışlakların tespiti, tahsisi ve tahsis amacının değiştirilmesine ağırlık vermiştir.*** Meralarımızın bakımı, ıslahı, korunması ile ilgili hususlar bu kanunlarda düzenlenmemiştir.

Tablo 1--Mera Alanlarının Yıllara ve Sayımlara Göre Değişimi Ot Üretimi

BÖLGELER	1970 Köy Hizmetleri Envanteri	1991 Tarım Sayımı	2001 TUIK Sayımı	1998-2023 Mera Kanunu*	Kuru Ot Verimi	Toplam Kuru Ot Üretimi (Ton)
	Alan (ha)	Alan (ha)	Alan (ha)	Alan (ha)	(kg/ha)	
Ege Bölgesi	1.027.900	615.9	802.879	422,764	600	481.727
Marmara Bölgesi	463.6	564.1	552.662	292094	600	331.597
Akdeniz Bölgesi	1.002.400	434.3	659.334	586.527	500	329.667
İç Anadolu Böl	5.884.200	3.890.300	4,570,182	4.232.913	450	2,056,582
Karadeniz	1.993.100	1.556.000	1,533,605	1.103.481	1000	1,533,605
Doğu Anadolu	9.162.100	4.573.400	5,485,449	5.666.381	900	4,936,904
G.Doğu Anadolu	2.165.100	743.6	1,012,576	804069	450	455,659
TOPLAM	21.698.400	12.377.600	14.616.687	13.147.701		8,983,893

**4342 sayılı Mera Kanunu kapsamında yerleşim yeri bazında Tespit-Tahdit çalışmaları tamamlanmış olup tescil harici bırakılmış alanlarda çalışmalar devam etmektedir.*

***TUIK ve Tarım ve Orman Bakanlığı Kayıtları**

Diğer yandan, başta 743 sayılı Medenî Kanun ve 442 sayılı Köy Kanunu olmak üzere, 3083 sayılı Sulama Alanlarında Arazi Düzenlenmesine Dair Tarım Reformu Kanunu, 2924 sayılı Orman Köylülerinin Kalkınmalarının Desteklenmesi Hakkında Kanun, 6831 Sayılı Orman Kanunu, 3155 sayılı Tarım Reformu Genel Müdürlüğünün Kuruluş ve Görevleri Hakkında Kanun, Mülga 1757 sayılı Toprak ve Tarım Reformu Kanunu, 4753 sayılı Çiftçiyi Topraklandırma Kanunu ve bunu değiştiren 5618 sayılı yasa ile çeşitli kurumlara görevler verilmiştir. Bu kuruluşlar arasında bir eş güdüme sağlanamamıştır. Bu dönemde, farklı mevzuatlarla farklı kurumlara görev verilmesi ve bu kurumlar arasında eşgüdümü sağlayacak ***müstakil bir yasa ve kurum bulunmaması*** nedeniyle, bu alanların tahribi ve işgalleri önlenememiş, bunun sonucunda mera varlığımız 1970 yılında Köy Hizmetleri envanterinde 21,7 milyon hektara, 2001 TUIK sayımı sonuçlarına göre (***Tablo.1***), 14,6 milyon hektara kadar düşmüştür.

3.2. Mera Kanununun Getirdiği Mera Yönetimi

Anayasamızın 45 inci maddesi ‘‘ Devlet; tarım arazileri, çayır ve meraların amaç dışı kullanılmasını ve tahribini ...önlemek için gereken tedbirleri alır’’ hükmüne göre; müstakil bir kanunu hazırlayarak yasal düzenlemelerin yapılması, mera yaylak ve kışlaklarla ilgili faaliyetlerin tek bir kuruluş tarafından yürütülmesi, yerinde yönetim, kullanıcılarla uygulayıcılara yetki ve sorumluluk verilerek katılımcılığın sağlanması, kaynak yaratılması ilkeleri doğrultusunda hazırlanan *Mera Kanunu Tasarısı, Türkiye Büyük Millet Meclisinde 25 Şubat 1998 tarihinde oy birliği ile kabul edilerek, 28 Şubat 1998 tarihinde Resmî Gazetede yayımlanmış ve yürürlüğe girmiştir. 4342 Sayılı Mera Kanunu'nun çıkarılmasındaki vizyon, rekabetin ön plana geçtiği globalleşen dünyada rekabet edebilir bir tarımsal üretim yapısı kurmaktır.*

Mera Kanunu'nun 1 inci maddesinde; daha önce çeşitli kanunlarla tahsis edilmiş veya kadimden beri kullanılmakta olan mera, yaylak, kışlak ile, kamuya ait otlak ve çayırların tespiti, tahdidi ile köy veya belediye tüzel kişilikleri adına tahsislerinin yapılması, belirlenecek kurallara uygun şekilde kullandırılması, bakım ve ıslahının yapılarak sürdürülebilir verimliliklerinin artırılması, kullanımlarının sürekli olarak denetlenmesi, korunması ve gerektiğinde kullanım amacının değiştirilmesi amaçlanmıştır.

4342 Sayılı Mera Kanunu'nun 4'üncü Maddesiyle; meraların hukuki durumları tespit edilmiştir. Yeni mera hukuki durumunda; ‘‘mera, yaylak ve kışlaklar; özel mülkiyete geçirilemez, amacı dışında kullanılamaz, zaman aşımı uygulanamaz, sınırları daraltılamaz. **Ancak, kullanım hakkı kiralanabilir** hükmü getirilmiştir. Bu maddeyle, meraları ıslah etmek ve hayvancılık yapmak şartıyla tüm dünyada olduğu gibi, çiftçilere ve özel sektöre kiralanarak kullandırılması hedeflenmiştir. 4342 Sayılı Mera Kanunu'nun getirdiği yeni ve önemli bir *Mera Yönetim Modelidir.*

Mera Kanununun tahsis kararını düzenleyen 12'nci maddeyle kiralama daha açık olarak düzenlenmiştir. *Birinci fıkrada İhtiyaçtan fazla çıkan kısmın çevre köy veya belediyelerle, hayvancılık yapan özel veya tüzel kişilere kiralanabilir denilmektedir.* Aynı maddenin ikinci fıkrasında; mera, yaylak ve kışlak olarak tahsis edilen meralardan, ancak ıslah edilmek suretiyle mera olarak kullanılacak alanların, *gerekli ıslah işlemlerini taahhüt eden özel ve tüzel kişilere ihtiyaç fazlasına bakılmaksızın kiralanabileceği hükme bağlanmıştır.* Aynı maddenin üçüncü fıkrası, kiralanacak alanın %1 inde, hayvancılık için bakım, barınma gereksinimleri için zorunlu tesisleri kurabilme imkanını getirmiştir.

Mera Kanunu'nun 5 inci maddesiyle hangi alanların mera, yaylak ve kışlak olarak tahsis edileceği hükme bağlanmıştır. Bu hükme göre; kadimden beri mera, yaylak ve kışlak olarak kullanılan veya bu amaçla tahsis ya da terk edilen yerler, *Devletin Hüküm ve Tasarrufunda ve hazinenin mülkiyetinde bulunan arazilerin tespit ve tahditlerinin yapılması ve özel siciline mera olarak kaydedilmesi hükmü getirilmiştir.* Ayrıca; mera, yaylak ve kışlak olarak kullanılmak amacıyla kamulaştırılacak yerler ile, kayıtlarda mera yaylak ve kışlak olarak görülen ve halen işgal edilen yerlerinde mera, yaylak ve kışlak olarak tahsis edilmesi hükmü getirilmiştir. Bu madde ile, kadim ve tahsisli alanların yanında, işgal edilen ve kamulaştırılan alanlar ile, hazineye ait arazilerin mera, yaylak ve kışlak olarak tahsis edilmesinin amacı azalan mera alanlarının artırılmasıdır.

4342 Sayılı Mera Kanunu'nun 18 inci maddesi ile; mera, yaylak ve kışlakların bakım, ıslah, koruma, kontrol ve uygun kullanımını sağlamak için, araştırma, planlama, ıslah projeleri, otlatma zamanı, kullanma sistemi, koruma ve kontrol tedbirlerini tespit etmek üzere; araştırma enstitüleri ve üniversitelerde **Mera Araştırma Bölümlerinin** kurulması, 19 uncu maddesiyle, köy ve

belediyelerde çiftçiler tarafından "Mera Yönetim Birliklerinin kurulması getirilmiştir. Mera Kanununun çalışmalarında ihtiyaç uyulan finans için, kanunla **Mera Fonu** kurulmuştur. Aynı kanunun 6'ncı maddesi ile, illerde çalışmaları yürütmek üzere, Vali yardımcısı başkanlığında, **Mera Komisyonu ve komisyona bağlı Teknik Ekipler** kurulmuştur. Meraların, tespit, tahdit ve tahsis işleriyle, bakım ve koruma ile ilgili tüm yetki ve sorumluluk Mera Komisyonlarına verilerek yerinde yönetim ilkesi gerçekleştirilmiştir. Bakanlıkta **Mera Fonu ve Mera Fonu Yürütme Kurulu** kurularak yeni mera yönetim modelinin kurumsal yapısı tamamlanmıştır.

4. MERA KANUNU KAPSAMINDA ÇALIŞMALAR

4.1. Tespit, Tahdit ve Tahsis Çalışmaları

Tarım ve Orman Bakanlığı 2024 yılı kayıtlarına göre; **1998-2024** yılları arasında, **13.269.085** Hektar tespit çalışması yapılmıştır. Tespit edilen meraların **12.941.873** Hektarının tahdidi, **10.761.384** Hektarının ise, köy veya belediyelere tahsisi gerçekleştirilmiştir. Bakanlığın 2024 yılı kayıtlarına göre, **14.616.687 hektar** mera varlığının **%97,62** sinin tespiti, **%88,54** nün tahdidi ile, **%73,62** kadarının tahsisi yapılmıştır. Görüldüğü gibi 27 yılda hedefe henüz ulaşamamıştır. Tespit ve tahdit çalışmalarını yapan teknik ekip üyeleri değiştirilmemeli sürekliliği sağlanmalıdır. Eğitim ve tazminatlarının yeniden düzenlenmelidir.

4.2. Mera Islah ve Amenajman Çalışmaları

Meraların ot verim ve kalitesinin artırılması ıslah çalışmalarıyla mümkündür. Bakanlığın 2024 yılı kayıtlarına göre 1998-2024 yılları arasında, **2.203.808 Hektar mera** ıslah edilmiştir. Sonuç olarak 27 yılda meraların ancak **%17** si ıslah edilmiştir. Görüldüğü gibi, Bakanlık tarafından 27 yıldır uygulanan ıslah yöntemiyle, yani kamu kaynaklarıyla kamu tarafından yapılan ıslah çalışmalarından sonuç alınamamıştır. 27 yıldır yapılan ıslah çalışmalarına rağmen meralardan elde edilen kaba yem üretimi **8.983.893** tonda kalmıştır. Hayvancılığımızın **77.828.527** ton olan kaliteli kaba yem ihtiyacının ancak **%11,54** kadarı meralardan karşılanır durumadır. **Bu hız ve yöntemle devam edildiği takdirde bir yüz yıl daha beklemek gerekecektir.**

TUIK ve Bakanlık kayıtlarına göre, büyük ve küçük baş ve diğer olmak üzere Ülkemizde **70.678.199** baş hayvan varlığı mevcuttur. Hayvancılığımızın kaliteli kaba yem ihtiyacı kuru ot değerinde **77,828,527 tondur**. Ülkemizin en önemli kaliteli kaba yem kaynakları, çayır ve meralarla, yem bitkileridir. Kaliteli kaba yem ihtiyacının yaklaşık **27,772,674 tonu (% 35,7)** yem bitkilerinden karşılanmaktadır. Kaliteli kaba yem ihtiyacının **8.983.893 tonu ise (%11,54)**, meralardan olmak üzere **36.756.567 tonu** karşılanmaktadır. Kaba yem açığı **41.071.960 tondur**. Yıllar itibarıyla (**Tablo.1**) meralardan elde edilen ot üretimi **8.983.893 tondur**. Yıllar itibarıyla üretim miktarı olumlu yönde değişmemiştir. Bu durumda bize Bakanlık tarafından uygulanan mera ıslah modelinden istenilen sonucun alınmadığını açıkça göstermektedir.

5. NE YAPILMALIDIR.

5.1. Meraların Kiralanması ve Islah ve Amenajman Projeleri

Meralarımız, hayvancılığımızın geleceği, sürdürülebilir çevre için öncelikle korunmalı ve geliştirilmelidir. Mera Kanunu 27 yıldır uygulanmaktadır. Bakanlık sadece kamu eliyle ve kamu kaynaklarına dayalı bir ıslah modeli yürütmektedir. Bakanlık tarafından yürütülen bu ıslah modeliyle sonuç alınamamış, mevcut meraların ancak **%17** si ıslah edilmiştir. **Bu hız ve yöntemle devam edildiği takdirde bir yüz yıl daha beklemek gerekecek**, hayvancılığımız iç ve dış pazarda

rekabet şansı yakalayamayacaktır. Bir Atasözümüzün ifade ettiği gibi, **“Herkesin olan mal hiç kimsenin değildir.”** Bu sahipsizliği önlemediğimiz müddetçe, hayvancılığımızın sorunlarını daha yıllarca konuşuruz.

Mera Islahıyla kanunun ön gördüğü diğer çalışmalarda sivil toplum kuruluşlarının, merayı kullanan çiftçilerin ve özel sektörün sürece birlikte katılmaları yasanın özünü ve amacını yansıtmaktadır. Meraların korunması ve kullanımı ile ıslah çalışmaları, en üst düzeyde deneyim ile, bilgi birikimine sahip teknik elemanı, ekonomik kaynakları ve ileri teknolojileri gerektiren mekanizasyonu gerektirmektedir. Bakanlık tarafından uygulanan mevcut sistemde, ıslah çalışmaları sadece kamu kaynaklarıyla sınırlı kalmaktadır. Çalışmalarda sivil toplum kuruluşlarının, özel sektörün katkısı yok denecek kadar azdır. Bakanlık Mera Kanununun amacına uygun olarak; **özel sektör, sivil toplum kuruluşları, yetişmiş teknik eleman ve çiftçiler arasında entegrasyonu sağlamalıdır.** Ancak Bakanlığın bu kapsamda çaba içinde olmadığı görülmektedir. Halbuki hayvancılığı gelişmiş ülkelerde, özel sektör, sivil toplum kuruluşları, yetişmiş teknik eleman ve çiftçiler arasındaki ilişki en üst düzeydedir. Meraların **Üretim Döngüsünde** yerini alabilmesi için, Mera Kanunu'nun temel amacını ifade eden, **meraların, çiftçilerle özel sektöre kiralanması mutlaka gündeme getirilmelidir.** Meralar; 4342 Sayılı Mera Kanunu hükümlerine göre; bu alanların kullanım ve bakım prensipleri kamu tarafından planlanmak suretiyle hayvancılık **yapmak amacı ve ıslah etmek şartıyla;** köy veya belediyede yaşayan çiftçiler ile, özel sektör işletmelerine kiralanmış meralarda, Bakanlık sadece kullanım ve bakım prensiplerini planlamalı ve denetim görevini yapmalıdır. **Mera Yönetimi ve Islah Projeleri** bu amaca hizmet edecek şekilde düzenlenmelidir. Meraların özel sektör kaynakları ile ıslah edildiğinde kamu kaynaklarından tasarrufta sağlanacaktır. 4342 Sayılı Mera Kanunuyla istenilen hedefe ulaşılabilmesi için **4342 Sayılı Mera Kanunu ile getirilen Mera Yönetim Modelinin öngördüğü şekilde, meralar, hayvancılık yapmak ve ıslah etmek şartıyla kiralanarak ıslah edilmeleri kısa sürede sonuç alınması için zorunludur.**

5.2. Üniversitelerde Mera Araştırma Bölümleri kurulmalıdır.

Meraların bakım, ıslah, koruma, kontrol ve uygun kullanımını sağlamak, araştırmak, planlamak, ıslah projeleri, otlatma zamanı, kullanma sistemi, koruma ve kontrol tedbirlerini tespit etmek üzere, ziraî araştırma enstitüleri ve üniversitelerde Kanununun 18 inci maddesine göre **Mera Araştırma Bölümleri** kurularak, **Mera Özel Ödeneğinden bütçe ayrılmalıdır.** Ayrıca; tüm Köy veya belediyelerde hayvancılıkla uğraşan çiftçiler arasından, kanununun 19 uncu maddesine göre **Mera Yönetim Birlikleri** mutlaka kurulmalıdır.

5.3. Mera Kanunu 14 üncü maddesi yeniden düzenlenmelidir.

Meralar; hayvanların otlatılması ve otundan yararlanılması için tahsis edilerek kullanılan yerler olup, mülkiyeti devlete ait alanlardır. Ancak bu alanlar kentleşme, tarım, sanayi, madencilik, kamu yatırımları için amacı dışında kullanılmaktadır. Son yıllarda amaç dışı kullanım artarak devam etmektedir. Bu nedenle 14'üncü madde yeniden düzenlenmeli, meraların tahsisi amacı değişiklikleri önlenmelidir.

5.4. Tespit, Tahdit ve Tahsis Çalışmaları, yenilenmelidir.

4342 Sayılı Mera Kanunundan önce; farklı nedenlerle mera varlığımız azalmıştır. Hayvancılığın ihtiyacı olan meraları tahsis etmek, azalan mera varlığını artırmak amacıyla, Mera Kanunu'nun 5 inci maddesiyle, kadim ve tahsisli alanların yanında, işgal edilen ve kamulaştırılan alanlar ile, hazineye ait arazilerin mera, olarak tahsis edilmesi hedeflenmiştir. Bu nedenle; tespit, tahdit ve tahsis çalışmalarına devam edilerek, Kanununun 5 inci maddesinin (b) bendi etkin olarak uygulanmalı, **‘Devletin hüküm ve tasarrufunda veya Hazinesinin mülkiyetinde bulunan araziler’**

mera olarak tahsis edilmelidir. Ayrıca Orman Kanunu kapsamına alınan makilikler, 4342 Sayılı Mera Kanunu kapsamına alınmalıdır.

5.5. Daire Başkanlığı Havza Bazlı olarak Düzenlenmelidir.

4342 Sayılı Mera Kanunu; mera yönetimini, çevre, toprak ve su kaynaklarının geliştirerek erozyonun önlenmesinin "*Havza Yönetimi*" kapsamında yapılmasını öngörür. Meralar doğal olarak, orman, tarla kültürleri yanında, akarsular ve yerleşim alanları ile komşudur ve bir bütündür. Bu nedenle *Mera Islah ve Amenajman Projeleri* bu bütüncül yaklaşım içerisinde planlanmalıdır. Havza yönetimi yeni mera yönetim modelinin özünü oluşturmaktadır. Bu nedenle Çayır Mera Yem Bitkileri Daire Başkanlığı geçmişte olduğu gibi, *Çayır Mera Yem Bitkileri ve Havza Geliştirme Daire Başkanlığı* olarak düzenlenmelidir.

KAYNAKLAR

- 4342 Sayılı Mera Kanununa Göre Yapılan Tespit, Tahdit ve Tahsis Çalışmaları.
- Tarım ve Orman Bakanlığı, Çayır-Mera Yem bitkileri Daire Başkanlığı Kayıtları 2024 yılı
- Mera Yönetmeliği
- Mera Fonu Yönetmeliği
- Tarım İstatistikleri Özeti, TÜİK, Ankara. 2024
- Türkiye Ziraat Mühendisliği VII. Teknik Kongresi; Meralarımızın Korunma ve Kullanımı. Rıza AVCIOĞLU, Hikmet SOYA, Hayrettin KENDİR

“Ekonomik Büyüme, Toplumsal Kalkınma ve Doğal Kaynakların Kullanımı İlişkileri”

Prof. Dr. Yener ATASEVEN

TMMOB Ziraat Mühendisleri Odası

ÖZET

Ekonomik büyüme; bir ülkenin üretim kapasitesinin artmasını, kişi başına düşen gelirin yükselmesini ve refah seviyesinin iyileşmesini ifade eden temel bir makroekonomik kavramdır. Ancak, ekonomik büyümenin tek başına niceliksel artışla değerlendirilmesi yetersizdir; Bu bağlamda, ekonomik büyümenin sürdürülebilirliği ve kapsayıcılığı, toplumsal kalkınma ve doğal kaynaklar kullanımı ile olan ilişkisi çerçevesinde ele alınmalıdır. Bu üç unsur arasında güçlü ve çok boyutlu bir etkileşim mevcuttur.

Toplumsal kalkınma, ekonomik büyümeden daha geniş kapsamlı bir kavram olup yalnızca ekonomik büyüklüklerin artışıyla değil eğitim, sağlık, istihdam, gelir dağılımı, sosyal adalet, insan hakları ve demokratikleşme gibi faktörlerle de şekillenmektedir. Bir ekonominin büyümesi bireylerin refah seviyesini artırma potansiyeline sahip olsa da büyümenin adil ve dengeli bir şekilde dağıtılmadığı durumlarda toplumsal kalkınma hedeflerine ulaşılması güçleşmektedir. Gelir eşitsizliği, yoksulluk oranlarının yüksek seyretmesi ve sosyal hizmetlere erişimde yaşanan dengesizlikler ekonomik büyümenin kapsayıcı olmaması durumunda toplumsal gelişmeyi sınırlayabilir.

Buna karşılık, ekonomik büyümenin sağladığı kaynaklar doğru şekilde kullanıldığında kamu hizmetlerinin genişletilmesi, altyapı yatırımlarının artırılması ve yaşam standartlarının yükseltilmesi mümkün hale gelir. Eğitim ve sağlık gibi alanlara yapılan yatırımlar uzun vadede insan sermayesinin gelişmesine katkı sağlamak ve sürdürülebilir kalkınmanın temelini oluşturmaktadır.

Doğal kaynaklar, ekonomik büyümenin temel girdilerinden biri olup tarım, sanayi ve hizmetler sektörleri açısından önemli bir rol oynamaktadır. Ancak, sınırlı doğal kaynakların bilinçsiz ve aşırı tüketimi çevresel bozulmalara ve ekolojik dengenin zarar görmesine yol açmaktadır. Fosil yakıt kullanımı, ormansızlaşma, su kaynaklarının aşırı tüketimi ve biyolojik çeşitliliğin azalması gibi çevresel sorunlar ekonomik büyümenin sürdürülebilirliği açısından önemli riskler barındırmaktadır.

Sanayi devriminden itibaren hız kazanan ekonomik büyüme süreçleri çevresel sürdürülebilirlik göz ardı edilerek yürütüldüğünde küresel ısınma ve iklim değişikliği gibi ciddi sonuçlara neden olmuştur. Bu durum, ekonomik kalkınmanın çevreye zarar vermeyen ve doğal kaynakları koruyan bir yaklaşımla gerçekleştirilmesi gerektiğini göstermektedir. Yenilenebilir enerji kaynaklarına yönelim, atık yönetimi stratejilerinin geliştirilmesi, çevre dostu üretim yöntemlerinin benimsenmesi ve yeşil ekonomi politikalarının uygulanması sürdürülebilir büyüme açısından önem arz etmektedir.

Ekonomik büyüme, toplumsal kalkınma ve doğal kaynakların kullanımı arasındaki ilişki çok yönlü ve dinamik bir yapıya sahiptir. Sürdürülebilir kalkınma bu üç unsur arasındaki dengenin sağlanmasını gerektirmektedir. Kalkınma politikaları oluşturulurken ekonomik büyümenin yalnızca kısa vadeli üretim ve tüketim artışıyla değil uzun vadeli toplumsal refah ve çevresel sürdürülebilirlik yönleriyle ele alınması gerekmektedir.

Bu kapsamda, “sürdürülebilir kalkınma” kavramı ekonomik büyüme ile çevresel ve sosyal sorumlulukları dengeleyen bir yaklaşımı ifade etmektedir. Kalkınma politikalarının etkinliği ekonomik büyümenin çevresel ve toplumsal boyutlarının ihmal edilmemesi ile doğrudan ilişkilidir.

Küresel ölçekte uygulanan Birleşmiş Milletler Sürdürülebilir Kalkınma Hedefleri gibi politikalar, bu üçlü ilişkiyi daha dengeli hale getirmeye yönelik önemli stratejiler sunmaktadır.

Sonuç olarak, sürdürülebilir bir kalkınma modeli oluşturulması için ekonomik büyümenin yalnızca sayısal bir artış olarak değil toplumsal gelişim ve çevresel denge ile birlikte ele alınması gerekmektedir. Uzun vadede ekonomik istikrarın sağlanabilmesi için doğal kaynakların verimli kullanımı, sosyal adaletin gözetilmesi ve kalkınma politikalarının çevresel faktörlerle uyumlu hale getirilmesi zorunludur.

Bu çalışma, ekonomik büyüme, toplumsal kalkınma ve doğal kaynakların kullanımı arasındaki karşılıklı etkileşimi bütüncül bir çerçevede ele alarak bu üç kavramın birbiriyle olan ilişkilerini, olası çatışma noktalarını ve sürdürülebilir kalkınma bağlamında nasıl uyumlu hale getirilebileceğini tartışmayı amaçlamaktadır.

Anahtar Kelimeler: Ekonomik büyüme, kalkınma, doğal kaynaklar ve çevre, sürdürülebilirlik, politika

4. OTURUM: EKOSİSTEM VE BİYOÇEŞİTLİLİK

DOĞAL VARLIK YÖNETİMİNDEKİ POLİTİKA TERCİHLERİNİN EKOSİSTEME VE BİYOÇEŞİTLİLİĞE ETKİLERİ

Dr. Nihan Yenilmez Arpa
TMMOB Ziraat Mühendisleri Odası
Denetleme Kurulu Üyesi

Bu çalışmanın amacı, Türkiye'deki doğal varlık yönetiminin mevcut durumunu incelemek ve ekosistemler ile biyolojik çeşitlilik üzerindeki etkilerini değerlendirmektir. Ayrıca, sürdürülebilir kaynak kullanımı ve doğa koruma arasındaki dengeyi sağlamak için politika tercihlerinin ve yasal düzenlemelerin önemini vurgulamaktır.

Çalışmada, Türkiye'deki doğa koruma politikaları ve bunların ekosistemler ile biyolojik çeşitlilik üzerindeki etkileri incelenmiştir. İncelemede Literatür taraması, Türkiye'deki doğal varlıkların durumu, tehditler ve doğa koruma ile ilgili raporlar, veriler ve çevre örgütlerinin açıklamaları ile bilimsel yayınlar kullanılmıştır. Mevcut yasa ve yönetmeliklerin etkileri ele alınmış ve bu düzenlemelerin doğal kaynaklar ve biyolojik çeşitliliğin korunmasındaki etkileri ve eksiklikleri ortaya konmuştur.

Türkiye'de doğal çevrenin korunması, Anayasaya ve diğer yasal düzenlemelere dayanarak güvence altına alınmıştır. Biyolojik Çeşitlilik Sözleşmesi gibi uluslararası sözleşmelere taraf olunmuş, biyolojik çeşitliliğin korunmasının hukuki temeli güçlendirilmiştir. Ancak Türkiye, biyolojik çeşitlilik açısından zengin olmasına rağmen, doğal kaynakların sürdürülebilir yönetimi konusunda ciddi sorunlarla karşı karşıyadır. Tarım, inşaat ve madencilik gibi insan faaliyetlerinin etkisiyle habitatlar hızla tahrip olmakta, bazı türler yok olma tehlikesiyle karşı karşıya kalmaktadır.

Mevcut koruma alanlarının büyüklüğü ve sayısı, türlerin ve habitatların korunması için yeterli değildir. Türkiye, biyolojik çeşitliliğini korumak konusunda dünyada 180 ülke arasında 178. sırada yer almaktadır. Bu, Türkiye'nin mevcut doğa koruma politikalarının yetersiz olduğunu ve biyolojik çeşitlilik kayıplarının önlenemediğini göstermektedir.

Türkiye'nin hızla artan nüfusu, şehirleşme, ekonomik faaliyetler ve değişen tüketim alışkanlıkları çevre ve doğal kaynaklar üzerindeki baskıyı artırmaktadır. Tarım, inşaat ve madencilik gibi faaliyetler, doğal yaşam alanlarını yok etmekte ve ekosistemleri tahrip etmektedir. IPBES raporuna göre, dünya genelinde bir milyon tür yok olma tehlikesiyle karşı karşıya kalırken, WWF'nin raporları son 50 yılda tür popülasyonlarının %69 oranında azaldığını göstermektedir. Bu tehlikeye rağmen, küresel doğa koruma çabaları, hızlı yok oluş sürecini durdurmakta yetersiz kalmaktadır.

Türkiye, sahip olduğu zengin biyolojik çeşitliliğe rağmen, bu kaynakları sürdürülebilir şekilde yönetme konusunda ciddi sorunlarla karşılaşmaktadır. Tarım toprakları her yıl kaybolmakta, sulak alanlar ve ormanlar tahrip edilmektedir. 1992'den bu yana 38 milyon dekar tarım arazisi kaybedilmiştir. Ayrıca, Ormanları koruması beklenen orman mevzuatı, madencilik ve diğer ormancılık dışı faaliyetlere büyük çapta izinler verilmesine hizmet eder hale getirilmiştir.

Türkiye'deki Sulak alanlar da büyük tehdit altındadır. Ramsar verilerine göre, son 300 yılda dünyadaki sulak alanların %87'si yok olmuştur. Türkiye'de de 1960'lardan itibaren sulak alanların

yarısı ekosistem özelliklerini kaybetmiştir. Su kaynakları; yanlış tahsis politikaları, mevzuat eksiklikleri ve yetersiz denetim nedeniyle tehdit altındadır. Hidrolik enerji projelerinin artışı, yerel ekosistemleri etkileyerek sulak alanların yok olmasına neden olmaktadır. Bu projelerdeki planlama eksiklikleri, hidrolojik sistemleri doğrudan etkileyerek, ekosistem kayıplarına yol açmaktadır.

Türkiye'nin birincil enerji arzının yaklaşık %84'ü fosil yakıtlardan sağlanmakta, toplam enerji arzının %70,7'si ise ithalat yoluyla sağlanmaktadır. Fosil yakıtlardan enerji üretimi enerji bağımsızlığını sağlamadığı gibi, ekosistem üzerinde geri dönüşü imkânsız tahribatlara yol açmaktadır. Madencilik faaliyetleri de doğal kaynaklar, biyolojik çeşitlilik ve insan sağlığı üzerinde kalıcı olumsuz etkiler yaratmaktadır. 2002'den itibaren madencilik ruhsatları 325 kat artmıştır. Bu artış ve denetimsizlik nedeniyle madencilik uygulamaları doğal çevreyi tehdit etmektedir.

Kırsal alanlarda yaşayan halkın toprak ve suya erişimini engelleyen özelleştirme ve yerinden etme uygulamaları da büyük tehditler oluşturmaktadır. Bu süreçler, doğanın ticarileştirilmesi ve doğa ile toplum yararına geliştirilen ilkelerin terk edilmesi gibi sorunları gündeme getirmektedir.

Türkiye'nin korunan alanlarının oransal büyüklüğü, dünya ortalamasının oldukça gerisindedir. Türkiye, zengin biyolojik çeşitliliğine rağmen, 177 ülke arasında korunan alanlar açısından 133. sıradadır. Bu sıralama, biyolojik çeşitliliğin korunması ve doğal varlıkların sürdürülebilir yönetimi açısından ciddi bir eksiklik olduğunu göstermektedir.

Sonuç olarak, Türkiye'de doğal kaynakların yönetimi ve biyolojik çeşitliliğin korunması için daha etkin bir politika çerçevesine ihtiyaç vardır. Kalkınma maskesinin arkasına saklanmış tahripkâr politikalar yerine, doğa koruma odaklı ulusal ve uluslararası işbirlikleri, doğru yönetim politikaları ve katılımcı karar alma süreçleriyle doğal varlıkların sürdürülebilirliği sağlanabilir. Türkiye, doğal varlıklarını ve biyolojik çeşitliliğini korumak için daha kararlı adımlar atmalı ve doğa ile uyumlu bir kalkınma anlayışını benimsemelidir.

Anahtar Kelimeler: Doğal kaynaklar, biyolojik çeşitlilik, ekosistem hizmetleri, doğa koruma politikaları, sürdürülebilir kaynak yönetimi.

PEYZAJ ŞEHİRCİLİĞİ YAKLAŞIMI İLE DOĞAL KAYNAKLARIN KORUNMASI VE YÖNETİMİ

E. F. Dilek^{1*}, R. Taban²

¹ *Ankara Üniversitesi, Peyzaj Mimarlığı Bölümü*
(*Sorumlu yazar: figendilek@gmail.com)

² *Peyzaj Yüksek Mimarı*

ÖZ:

Kentleşme ve sanayileşme gibi insan faaliyetleri, doğal kaynaklar üzerinde baskı oluşturarak iklim değişikliğine neden olmuş; sıcaklık artışı, kuraklık, sel, hortum gibi ekstrem doğa olaylarını beraberinde getirmiştir. Bu durum, doğal kaynakların korunmasını zorunlu kılmaktadır.

Peyzaj, doğal ve kültürel unsurların bir arada bulunduğu bir bütündür. Jeoloji, iklim, toprak, bitki örtüsü ve fauna gibi doğal öğeler bir araya gelerek bu bütünü oluşturur. Gestalt teorisinde olduğu gibi, peyzaj da yalnızca parçalarının toplamı değil, bu parçaların oluşturduğu örüntü; ilişkiler ağı ile anlam kazanır.

Peyzaj şehirciliği; şehirlerin doğa ile uyumlu, ekolojik işleyişi dikkate alarak planlanması gerektiğini savunur. Önceden yalnızca estetik amaçlı kullanılan yeşil alanlar, bu yaklaşımla işlevsel, sürdürülebilir ve yaşam destekleyici öğelere dönüşür. Bu model, şehirlerde bulunan âtil alanların iyileştirilmesine, doğayla bütünleşmiş alanlar yaratarak biyoçeşitliliği, yürünebilirliği, kentsel tarımı ve enerji-su yönetimine öncelik verir.

Dünyadan olan örnekler şehir içinde yer alan atıl alanları iyileştirerek doğaya kazandırırken parçacı bir yaklaşım; aşağıdan yukarı yöntemini izlemektedir. Bu çalışma ile Gestalt teorisi çerçevesinde parçaların oluşturduğu bütün; yukarıdan aşağıya olarak ele alınmıştır. Bu şekilde Peyzaj şehirciliği yaklaşımı yerel yönetimlere bir rehber olması yönünde yukarıdan aşağıya peyzaj işlevleri çerçevesinde analiz ve tanımlanarak, değerlendirmesi ile önceden olması gerektiği yerde bugün olamayan peyzajın, eski yerinde yeniden hayatiyet buldurulmasına hizmet edilmiştir. Bütüncül, yukarıdan aşağıya bir yaklaşımın nasıl olması gerektiği anlatılmıştır. Böylelikle peyzajın sahip olduğu doğal yapının ekosistem hizmetleri sağlanarak, yaşamın sağlıklı devamlılığı mümkün olur.

Anahtar Kelimeler: Peyzaj Şehirciliği, Gestalt Teorisi, Doğal Kaynakların Korunması

1. GİRİŞ

Kentleşme ve sanayileşme, doğal kaynaklar üzerinde baskı kurarak iklim değişikliğine ve doğal afetlerin artmasına neden olmaktadır. Yaşanılan bu sorunlar karşısında kent içinde atıl hale dönüşmüş parçalarda iyileştirme ve doğaya kazandırma çabaları önem kazanmasıyla birlikte doğayı temeline alan bir şehircilik anlayışı olan peyzaj şehirciliğini zorunlu kılmaktadır. Peyzaj şehirciliği, ekolojik döngüleri ve doğal yapıyı koruyarak şehirlerin doğayla bütünleşmesini hedefler. Peyzaj şehirciliği uygulamalarında direkt âtıl alana kentsel dönüşüm uygulamasıyla, kente kazandırılması parçacı bir yaklaşımdır. Oysa Gestalt teorisinden ilhamla, peyzajı oluşturan unsurların bir bütün olarak ele alınması ve doğadan olan kayıpların tekrar doğaya kazandırılması gereklidir.

Dünya genelindeki başarılı örneklerde olduğu gibi, işlevini yitirmiş kent alanlarının ekolojik, kültürel ve sosyal işlevler kazanarak yeşil alanlara olan kentsel dönüşümleri, sürdürülebilir şehir yaşamı için kritik öneme sahiptir.

2. KAVRAMSAL ÇERÇEVE

Bu bölümde, çalışmanın ana konusu olan “peyzaj şehirciliği” kavramı üzerinde durulmuştur. Kavrama ait farklı tanımlar ile uluslararası ve ulusal projelerden örnekler verilmiştir.

2.1. Peyzaj Şehirciliği Kavramı

Kavramın gelişiminde Ian McHarg (Peyzaj Mimarı) tarafından 1969 yılında hazırlanan “Doğa ile Tasarım” kitabındaki anlayış etkilidir. Peyzaj şehirciliği, doğa ile tasarımın merkezinde bulunan ekolojik planlamadan tasarıma desteklenmiş peyzaj mimarlığı bakış açısının çağdaş şehircilik yaklaşımlarına bütünleşmesi olarak tarif edilmektedir.

Peyzaj şehirciliği, bir şehri düzenlemenin en iyi yolunun binalara göre bir tasarım yolunda ilerlemek değil; şehrin peyzajına göre tasarım yapmaktan geçtiğini savunan bir teoridir. Peyzaj şehirciliğinin temel iddiası kentleşmeyi ve kent organizasyonunu, var olan peyzajın yönlendirmesi; yapı çevre ilişkisinde mevcut alanın peyzajının belirleyici katman olması durumudur.

Peyzaj şehirciliğinin en temel özellikleri; kentsel dönüşüm (peyzajın onarılarak doğaya kazandırılması), belirsizlik/açık uçluluk, esneklik, kompleks-karma sistemler ile enerji etkin uygulamalar ve kentsel tarıma yer verme şeklindedir.

Bunların yanı sıra su temini, atık su, yüzey suyu (su süreci), ulaşım ve diğer teknik altyapı sistemleri büyük ölçüde peyzaj şehirciliğinin temelini oluşturan konulardır. Örneğin; suyun arıtılması, depolanması ve geliştirilmesi çoğu kez mühendislik çözümleriyle suyun yapay olarak

kontrolünü sağlayan sistemler gerektirir. Yapay biçimlerine karşın bu mühendislik sistemleri, yine de işlevsel peyzaj öğeleridir ve açık alan sistemleri arasında bağlantı kurma, çevresel koşulların etkisini azaltma gibi güçlü olanaklar sunar (İlke, 2012; Gray, 2006).

Endüstri ve çeşitli doğal afetler sonrası kentlerinin yıkılmış, terk edilmiş, ıslah edilmesi gereken bölgeleri ya da merkezini kaybetmiş aşırı yayılmış, kent dokusunun yok olmak üzere olduğu metropoller için peyzaj kuşkusuz bağlayıcı bir faktördür. Özellikle atıl endüstriyel alanlarda ekosistem duyarlılığı olan bölgelerin tasarımı odaklı projeler ile bu alanların kente tekrar kentsel dönüşüm ile en verimli şekilde doğaya/peyzaja geri kazandırılması ön şartıdır. Kısacası Peyzaj Şehirciliği, modern kentleşme yoluyla sırtını doğaya dönen şehirlerin yeniden doğayla kucaklaşmasının yollarını açan bir teori getirir.

Peyzaj şehirciliği disiplinler arası bir söylem olarak, Peyzaj ekolojisi, mimarlık, kent planlama ve inşaat mühendisliği gibi disiplinlerin bilgi ve tekniklerini kullanarak kentsel tasarım mirasını katkı sunar (İlke, 2012; Muir, 2010).

Tanımların yanı sıra farklı yaklaşımlarla peyzaj şehirciliği konusunda Corner, Peck ve Bunster-Ossa tarafından yapılan söylemler **çizelge 1**'de verilmiştir.

Çizelge 1. Peyzaj şehirciliği söylemleri (İlke, 2020)

Kişi	Tanım
James Corner Peyzaj Mimarı	Birbiriyle alakası olmayan iki terimi, yeni bir hibrit/melez disiplin öne sürmek amacıyla, bir araya getirir. Biyoloji ve teknolojinin bir araya gelerek biyoteknolojiyi oluşturması gibi değildir; peyzajı şehircilikle birleştirmek heyecan verici yeni olasılıklar doğurur.
Sarah Kathleen Peck Tasarımcı	Bir şehrin tasarım ve işleyişini kurgularken peyzaj mimarlığını en sona atmak yerine ilk basamaklardan birine yerleştirerek geliştirmeyi öngören bir düşünce biçimidir.
Ignacio Bunster-Ossa Peyzaj Mimarı	Peyzaj ve şehir ilişkisini tersine çevirir. Açık alanları şehirlerin planlama ve tasarımının tam göbeğine oturtur.

Peyzaj şehirciliğinin temelinde dikeyde gelişen kent vurgusu yerine, birçok yönüyle peyzajı işaret eden yatay bir kent fikri vardır. Önceliğin peyzaja yani kentsel açık-yeşil alanların ve doğal sistemlerin organizasyonuna verilmesi gerektiğini savunur (Waldheim, 2006). Bu noktada peyzaj mimarlığının konusu olan her şey; kentsel altyapı, ekolojik altyapı, yeşil altyapı, peyzaj altyapısı ve kent ekolojisi gibi, peyzaj şehirciliğinin de konusu olmaktadır.

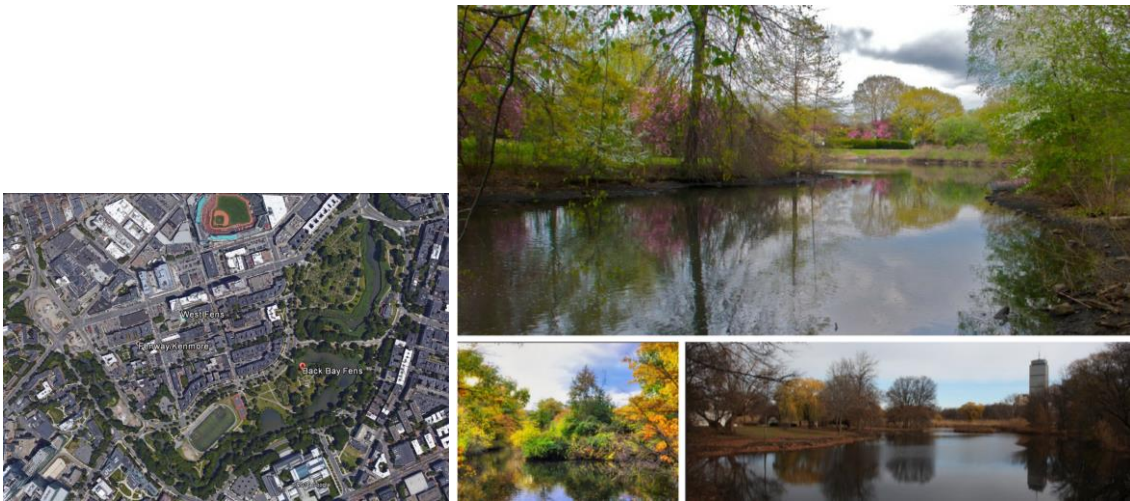
Peyzaj şehirciliği durağan bir tasarımdan çok; esnek, uyarlanabilir, hareketli ve katılımcı odaklı tasarımları tarifler. Kentlerde merkezden çepere doğru azalan yapı yoğunluğunu hedefler. Sanayi devriminin yıkıcı etkisi ve endüstrideki gelişmelerden sonra değişen kentleşme yapısı sebebiyle kent çekirdeğinden ayrılan endüstri alanlarının bıraktığı atıl alanların değerlendirilmesini amaçlar.

Peyzaj şehirciliği; doğanın tekrar kazanılmasında, bozulmuş, çöküntü ve terk edilen alanların kazanımında yani kentsel dönüşümünde, doğa-peyzaj farkındalığı ile peyzajın süreçlerinin devamlılığına olabildiğince olanak vermektedir.

2.2. Peyzaj Şehirciliği Örnekleri

Peyzaj şehirciliği ile ilgili en önemli tartışmalardan biri bahsi geçen bu yaklaşımın ve ekolojik kentler yaratma fikrinin yeni bir anlayış olmadığı ve peyzaj mimarlığı mesleğinin doğasında zaten yer aldığıdır. Şurası gerçektir ki, peyzaj mimarlığı yaklaşımları, zaten kendi doğası gereği, ekoloji ve yaşamın devamlılığını peyzaj planlama ve tasarımının merkezinde tutar.

En eski örnek olarak Frederick Law Olmsted tarafından tasarlanan Boston'daki "Back Bay Fens" verilebilir. Eskiden kentin yerleşim bölgesinden artılmamış kanalizasyonla kirletilmiş bir tuzlu su bataklığı olan bu alanda 1820'li yıllarda, arazi ıslahı, su kalitesinin artırılması, taşkınların kontrol edilmesi ve gelgit ekosisteminin yeniden kurulmasını sağlamak için bir dizi çalışma başlatılmıştır. Günümüzde Back Bay Fens; hava kalitesi, kentsel akışın devamlılığı ve iyileştirilmesi, yaban yaşam alanları, yollar ve spor alanları ile Emerald Necklace'ı (Zümrüt Gerdanlık; yeşil alan ağ sistemi) oluşturan 445 hektarlık park ve su yolu zincirinin bir parçasıdır.




Şekil 1. Boston Back Bay Fens projesi, 1879

En çok bilinen uluslararası peyzaj şehirciliği örnekleri çizelge 2'de verilmiştir.

Çizelge 2. Peyzaj şehirciliği örnekleri

Şekil	Park Adı	Açıklama
	Parc de la Villette (1982); Bernard Tschumi, Rem Koolhaas "kentsel kültür parkı"	<p>Avrupa'da kentsel dönüşüm alanında gerçekleştirilen ilk peyzaj projesidir. Kullanımı terk edilmiş mezbaha alanından parka dönüştürülmüştür. Yarışma ile hem birincilik ödülü alan Tschumi'nin hem de ikincilik ödülünü alan Koolhaas'ın sunduğu projeler, peyzaj şehirciliğinin adı konulmamış ilk örnekleri olarak kabul edilmektedir. Her iki proje de peyzajın uyum sağlama, kentsel kullanımları harekete geçirebilme, ilişkiler kurabilme ve kentsel süreçleri yönetebilme gücüne vurgu yapmıştır.</p>
	Freshkills Park (2001); James Corner	<p>Dünyanın en büyük çöplüğü olan bu alanda; çevre sağlığı açısından ekolojik güvenliğin sağlanması, insanlara kültürel - sanatsal aktiviteler için fırsat yaratılması ve yenilenebilir enerji sistemlerinin kullanılarak topluma tanıtılması amaçlanmıştır. Çöplük, 2001 de kapatılmış 2006'da projelendirilerek park alanına dönüştürülmeye başlanmış ve 2036 yılına kadar tamamlanması planlanmaktadır.</p>
	High Line Park (2003) ; James Corner	<p>James Corner'ın peyzaj şehirciliği kavramı ile gerçekleştirilen projelerinden biridir. Endüstri döneminden kalan demiryolu hattına ait izleri barındırmakta ve kimliğini oluşturan temel öğeyi bu şekilde yaşatmaktadır. Günümüzde kentlinin gündelik kullanımının bir parçası olmasının yanı sıra uluslararası ölçekte bir çekim merkezi haline gelmiştir. Park tasarımında peyzaj elemanı olarak kullanılan 210 bitki türü bulunmaktadır. Bu bitkilerin 161'i, özgün peyzaj karakterinin de tanıtılması amacıyla yerel bitkilerden seçilmiştir.</p>
	Olympic Sculpture Park (2007); Charles Anderson	<p>Parkın inşa edilmesinden önce saha, kıyı şeridinde bulunan kirlili bir petrol transfer ve dağıtım tesisi idi. Endüstriyel bir alanın ekolojik dönüşümüne örnek olarak verilebilir. Atıl durumda olan alanın, rehabilite edilmesi ile açık yeşil alan sistemine dahil edilmiştir. Açık uçlu bir tasarım, sanatın, peyzajın ve kentsel yaşamın kırılmış ilişkilerini yeniden birleştirerek, sanatın ve çevresel katılımın yeni yorumlarını davet etmiştir.</p>

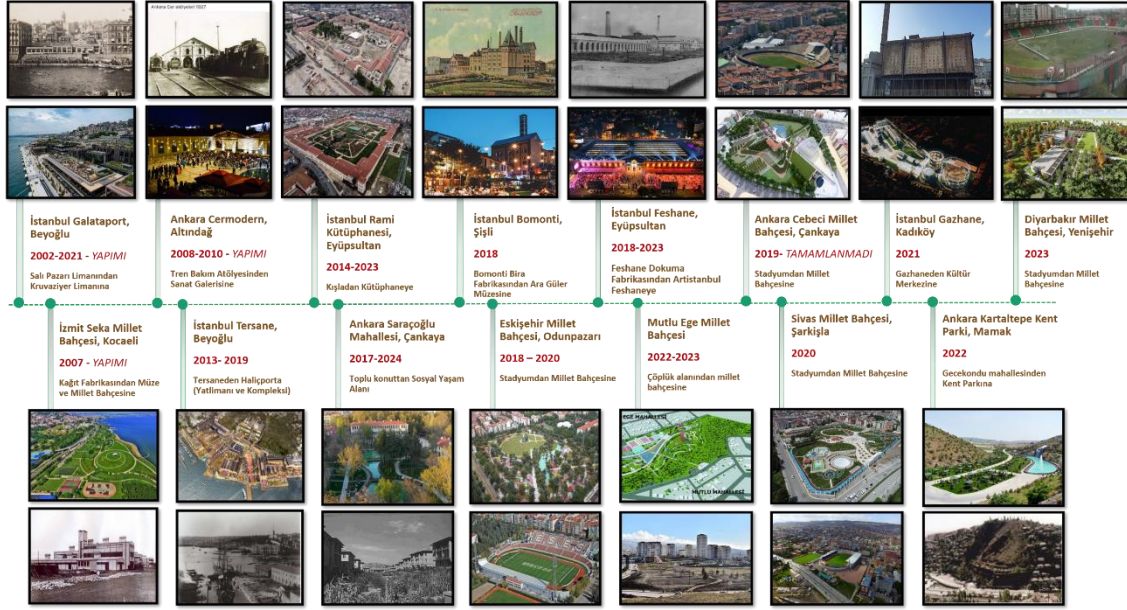
	<p>Klyde Warren Park (2009); Jim Burnett</p> <p>"hiç yoktan" yeşil alan</p>	<p>Otopark üzerine inşa edilmiş, dünyanın en büyük çatı bahçesidir. Şehir merkezinin yoğun araç trafiğine ve iş merkezlerine bir açık yeşil alan, kentsel bir boşluk ve nefes alma noktasıdır. Tramvay kullanıcılarına ve koşuculara büyük olanak sağlarken, kent içi bisiklet erişilebilirliği, yürünebilirlik ve yayalar açısından da sosyo - kültürel bağlantılılığı sağlamaktadır. Ayrıca, sürdürülebilir peyzaj tasarımı açısından; doğal bitki türü kullanımı, yağmursuyu ıslahı ve yapıların jeotermal ve güneş enerjisi kullanılarak inşa edilmesiyle örnek teşkil etmektedir.</p>
---	--	--

Uluslararası projelerden derlenen ve bu çalışma kapsamında “peyzaj şehirciliği” olarak değerlendirilen alanlar, tarihsel olarak sıralanmıştır. Oluşturulan zaman çizelgesi **Şekil 2**'de, her bir alanın görseli ve yapılan çalışma ile verilmiştir.



Şekil 2. Uluslararası Peyzaj Şehirciliği Örnekleri Zaman Çizelgesi (Akar, 2022)

Ülkemizde peyzaj şehirciliği henüz uygulama olanağı bulmamıştır. Oysa, peyzaj şehirciliğinde âtıl alanların açık-yeşil alan ve park sistemine kentsel dönüşümü ilkesinden hareketle ülkemizde benzer çalışmalar bu yönüyle Ankara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Peyzaj Şehirciliği yüksek lisans dersi kapsamında farklı dönemlerde tespit edilerek peyzaj şehirciliği açısından irdelenmiştir. Tespit edilen çalışmalar zaman çizelgesi olarak **şekil 3**'te verilmiştir.



Şekil 3. Ulusal Peyzaj Şehirciliği Örnekleri Zaman Çizelgesi (Çiçek, 2025'den uyarlama)

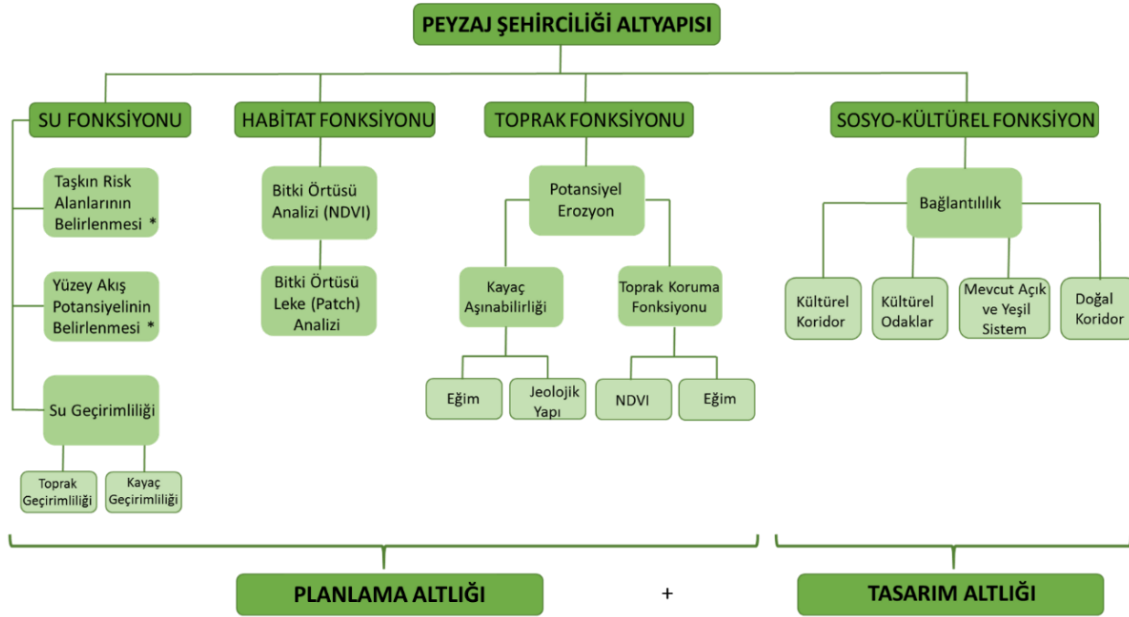
3. MATERYAL VE YÖNTEM

Çalışmanın materyalini, Peyzaj Şehirciliği dersi kapsamında hazırlanan Kastamonu, Bademlidere, Bolu, İstanbul ve Zonguldak-Ereğli alanları oluşturmaktadır.

Yöntem olarak; bütüncül bir yaklaşımla geliştirilen “Peyzaj şehirciliği altyapısı” (İlke vd., 2019) yöntemi, ders kapsamında oluşturulmuştur. Oluşturulan yöntem, farklı dönemlerde farklı alanlarda uygulanarak kontrol edilmiştir.

Peyzaj şehirciliği kapsamında, kentsel âtıl alanların kentsel dönüşümleri ile kente- doğaya kazandırılması amacıyla; bu detayda yapılan uygulamalar incelenmiştir. İncelenen peyzaj şehirciliği çalışmalarında aşağıdan yukarı parçacı bir yaklaşımın benimsendiği görülmüştür. Oysa aşağıdan yukarı parçacı yaklaşımın yerine, bütüncül bir yaklaşımla yukarıdan aşağı bir yöntem ile kentin bütünü Gestalt Teorisi çerçevesinde ele alınmalıdır.

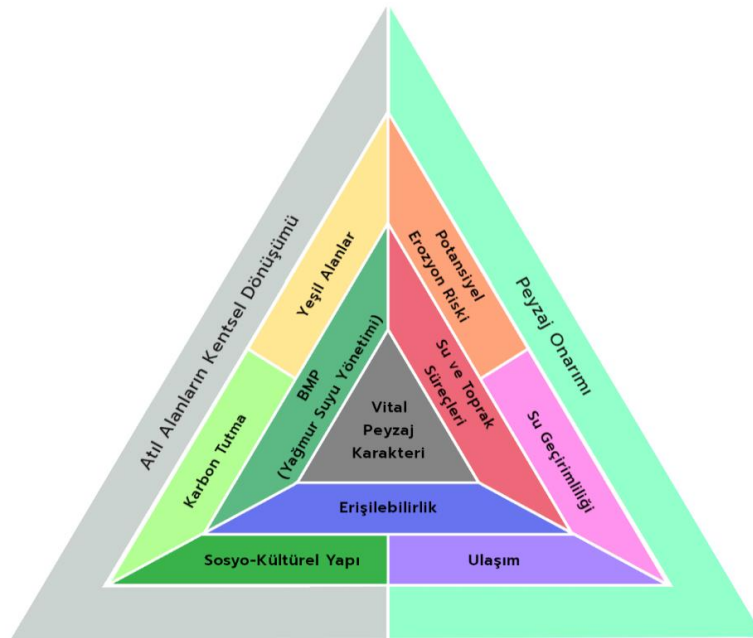
Dünyada uygulanan peyzaj şehirciliği uygulamaları ile kazanılan alanlar, ekoloji ile kente hizmet sağlarken, kent bütünü ele alınmamaktadır. Oysa yeni şehircilik yaklaşımı gibi ele alıp, yeni kentler kurmak imkân dahilinde olmadığından; bu çalışmada peyzaj şehirciliği ile kente sahip olduğu ya da kaybettiği doğal peyzaj değerlerini yaşatma ve yeniden kazanma yolunda örnek bir metodolojik yaklaşım önerilmiştir. Su, habitat ve toprak fonksiyonları, “Planlama Altlığı” olarak değerlendirilmiştir (Şekil 4) sonrasında ise tasarım altlığı ile bütünleştirilmiştir.



Şekil 4. Peyzaj şehirciliği altyapısı (İlke vd., 2019)

Peyzajı temeline alan bir şehircilik önerisinde, Peyzaj Planlama altlığı açısından; su süreci (fonksiyonu), toprak süreci (koruma-kullanma dengesinde) ve habitat süreçleri (flora ve fauna olarak) analiz edilmelidir. Buna ek olarak peyzaj tasarımı altlığı açısından ise; yeşil sistem (mevcut durum ve öneriler çerçevesinde) ve sosyo-kültürel yapının (sosyo-kültürel odaklar ve kimlik) ve ulaşım (erişilebilirlik, bağlantılılık) değerlendirilmelidir.

Planlama altlığı ve tasarımı altlığını birleştiren bu yapı “Vital Peyzaj Karakteri” olarak bir piramit formunda yorumlanmış ve **Şekil 5**'te verilmiştir.



Şekil 5. Vital Peyzaj Karakteri (Orijinal, 2025)

4. BULGULAR VE TARTIŞMA

Peyzaj şehirciliği doğayla uyumlu ve kendi kendini düzenleyen bir sistem üretme hedefindedir. Dayanıklılık ve adaptasyon yeteneği yüksek alanlar yaratmak ister. Yeşil alanlarla yapısal çevre arasında kesin sınırların olmadığı tasarımları ön görür. Çalışma alanının tarihini, sosyal, ekonomik ve ekolojik süreçlerini birlikte değerlendirir.

Giriş bölümünde bahsedilen Gestalt Teorisi'nden hareketle, biyoçeşitlilik ve ekolojik sistemler, peyzaj ekolojisi, jeomorfoloji, hidroloji, iklim ve bitki örtüsü, mevcut peyzajın ekolojik kaynaklarının tanımlanması ve onarma-koruma ile geliştirilmesi esastır. Ayrıca, yaban hayatının desteklenmesi ve gelişimi, güçlü bir peyzaj oluşturulması da hedeflenir. Derinlemesine bir ekolojik sistem kaygısına bağlı projeler programların birbirine geçişi, ürün ve enerji, insan ve biyotik akış üzerinden kurgulanır (İlke, 2012; Gray, 2006).

Peyzaj şehirciliği ile kazanılan alanlarda; yağmur suyu yönetimi, suyun dönüşümü-iyileştirilmesi, enerji etkin kullanım, kentsel tarım faaliyetleri yapılabilir. Geri dönüştürülebilir malzeme kullanımı, doğal bitki örtüsünden yararlanma, taşkın alanlarının önlenmesi, kıyı rehabilitasyonu, biyolojik sistemin devamlılığına izin veren alan kullanımı ve tasarımların uygulanması ve proje bütününde katılımcılığın sağlanmasıyla, kentin sosyo – kültürel yapısına da hizmet edilmektedir.

Peyzaj Şehirciliği dersi kapsamında yapılan ve yayınlanan çalışmalar kısaca özetlenerek **çizelge 3**'te verilmiştir.

Çizelge 3. Peyzaj Şehirciliği dersi kapsamında yapılmış çalışmalar

Çalışma Adı	Çalışmanın Kapsamı
Kent Planlamasında Ekolojik Yaklaşım Peyzaj Şehirciliği Kastamonu Önerisi (Değerli vd., 2018)	Peyzaj şehirciliği tasarım ilkelerinin kentsel planlamayla bütünleştirilmesi için yapılması gerekenler değerlendirilmiştir. İmar planından, sorunlu görülen bir pilot bölge seçilerek önerilerde bulunulmuştur. Pilot alan; geçirimsizlik, su yönetimi ve yeşil bağlantılılık açısından uluslararası ölçütlere dayanarak irdelenmiştir.
Yeşil Altyapının Peyzaj Şehirciliği Açısından İrdelenmesi Bademlidere Alt Havzası Örneği (İlke vd., 2019)	Yeşil altyapı ve peyzaj şehirciliği karşılaştırmaları yapılmış, metodoloji geliştirilmiş ve yayınlanmıştır.
Evaluation in the Scope of Landscape Urbanism: The Case of Bolu City Center (Peyzaj Şehirciliği Kapsamında Değerlendirme: Bolu Kent Merkezi Örneği) (Özden vd., 2021)	Bolu kent merkezi için hassas peyzaj alanları belirlenmiştir.

Urban Transformation in the View of Landscape Urbanism: Cases from Istanbul (Peyzaj Şehirciliği Açısından Kentsel Dönüşüm: İstanbul'dan Örnekler) (Çufalı ve Dilek, 2024)	İstanbul'daki Feshane, Müze Gazhane ve Rami Kışlası (Kütüphanesi) dönüşüm projeleri incelenmiştir. Sosyo-kültürel bağlantılılık kapsamında alanların yürünebilirlikleri ve bağlantılı oldukları kültürel odaklar saptanmıştır.
Zonguldak-Ereğli Kent merkezinin Peyzaj Şehirciliği Yaklaşımı Yönünden Değerlendirilmesi (Dilek vd., 2024)	2022-2023 ders döneminde yapılan bu çalışmada, peyzajı temeline alan bir şehircilik önerisinde su, toprak ve habitat süreçlerinin (fonksiyon) analiz edilmesi ve buna ek olarak yeşil sistem ve sosyo-kültürel yapının da göz önünde bulundurulması ile yeşil altyapıya da hizmet edecek bir kent planı önerilmiştir.

5. SONUÇLAR

Dünyadan olan örnekler şehir içinde parçacı bir yaklaşımla doğaya kazandırılmakta iken, bu çalışma ile Gestalt teorisi çerçevesinde parçaların oluşturduğu bütün ele alınmıştır. Bu şekilde peyzaj şehirciliği yaklaşımı yerel yönetimlere bir rehber olması yönünde yukarıdan aşağı peyzaj işlevleri çerçevesinde analiz ve tanımlanarak, değerlendirmesi ile önceden olması gerektiği yerde bugün olamayan peyzajın eski yerinde yeniden hayatıyet buldurulmasına hizmet edilmiştir. Bütüncül bir yaklaşımın nasıl olması gerektiği anlatılmıştır. Böylelikle peyzajın sahip olduğu doğal yapının ekosistem hizmetleri sağlanarak, yaşamın sağlıklı devamlılığı mümkündür.

Şehrin farklı peyzaj öğelerinin işlevleri analiz edilerek, döngülerinin devamlılığına ket vuran yapısal unsurlar ekonomik ömrünü tamamladığında kentsel dönüşüm ile tekrar doğaya kazandırılmalıdır. Böylelikle hem kentsel dönüşüm gerçek anlamında yani dünya genelinde olduğu gibi gerçekleştirilmiş, hem de doğal yapı iyileştirilerek yeniden kazanılma şansına sahip olur.

Peyzajın doğal elemanlarına korunan alanlar mantığı dışında, tüm peyzajın etkileşimli elemanları tek tek irdelenerek, bütünü çerçevesinde değerlendirilmelidir. Oysa günümüzde ekoloji temelli planlama yaklaşımları sadece tanımlı koruma alanları üzerinde durmakta, onların dışında yer alan alanlarda (tanımsız) peyzajlar üzerinde gene peyzaj ekolojisi unutulmuş, planlar oluşturulmaktadır. Oysa peyzajın tüm doğal elemanları tek tek irdelenerek (peyzajın yapısı); bunların birbiri ile olan etkileşimleri de (peyzajın fonksiyonları ve peyzajın değişimi); dikkate alınarak peyzaj planlama-tasarlanması ve yönetimi gerekmektedir (İlke vd., 2011).

Peyzaj mimarları ve şehir plancıları olarak yeni bir çağa damgasını vuracak ve günümüzün mekân planlama anlayışını kökten değiştirecek bir gelişmenin eşiğindeyiz. Peyzaj karakterinin algoritmik temsiline dayalı planlama ve tasarım anlayışı, parametrikliğin “derin ilişkisellik”

kavramını çok ötesine taşıyacaktır. İlişkisel tasarım sistemlerinin bölgesel ölçekten mimari ölçüğe doğru geliştirilmesine olanak sağlayacak bu ilerleme, planlama ve tasarım arasındaki eksik bağlantıyı ortaya çıkaracaktır.

Peyzaj mimarlığı, şehir planlama ve mimarlık alanlarında eğitim veren fakültelerin bu yeni yaklaşımları planlama ve tasarım eğitimi müfredatlarına dahil etmeleri, değişen ve dönüşen planlama ve tasarım yaklaşımlarına uyum açısından önemlidir (İlke ve İlke 2012).

6. KAYNAKLAR

- Akar, E., 2022. Peyzaj Şehirciliği dersi basılmamış ders ödev raporu. Ankara Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Peyzaj Mimarlığı Anabilim Dalı, Ankara.
- Çabuk, S.N., Çabuk, A., Ersoy, M. & Şenöz, E. (2013). Dönüşen Peyzaj ve Doğa ile Tasarım Bağlamında Peyzaj Şehirciliği ve Geotasarım Kuramları. 5. Peyzaj Mimarlığı Kongresi, Adana. DOI:10.13140/2.1.2043.9360
- Çiçek, H., 2025. Peyzaj Şehirciliği dersi basılmamış ders ödev raporu. Ankara Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Peyzaj Mimarlığı Anabilim Dalı, Ankara.
- Çufalı, A.B. & Dilek, E.F. (2024). Urban Transformation in the View of Landscape Urbanism. Cases from Istanbul IV. International Architectural Sciences and Applications Symposium, 30-31 Mayıs 2024, (Tam Metin Bildiri).
- Değerli, B., İlke, E.F. & Mesci Oktay, B. (2018). Kent Planlamasında Ekolojik Yaklaşım Peyzaj Şehirciliği Kastamonu Önerisi. ISUEP2018 Uluslararası Kentleşme ve Çevre Sorunları Sempozyumu: Değişim/Dönüşüm/Özgünlük, 28 -30 Haziran 2018, Eskişehir, Türkiye, cilt 2, 164-171, (Tam Metin Bildiri).
- Dilek, E.F., Taban, R. & Türkmen, B. (2024). Zonguldak–Ereğli Kent merkezinin Peyzaj Şehirciliği Yaklaşımı Yönünden Değerlendirilmesi. Peyzaj Araştırmaları-IV, Bölüm XII, Demirel, Ö. & Düzgüneş E. (eds.). Livre de Lyon, Lyon, 307-336. DOI: 10.5281/zenodo.13922072
- İlke, E.F., Aslan, H. & Akaydın, E. (2019). Yeşil Altyapının Peyzaj Şehirciliği Açısından İrdelenmesi Bademlidere Alt Havzası Örneği. Türkiye Peyzajları 3. Ulusal Konferansı, Antalya, Türkiye, 7-9 Kasım 2019, s.3-4, (Özet Bildiri Kitabı).
- İlke, E.F. (2020). Peyzaj Şehirciliği dersi basılmamış ders notu. Ankara Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Peyzaj Mimarlığı Anabilim Dalı, Ankara.
- İlke, V. (2012). Şehirciliğin Yeni Rotası: Peyzaj Şehirciliği ve Parametrikizm. Doktora Semineri, Ankara Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Peyzaj Mimarlığı Anabilim Dalı, Ankara.
- İlke, V. (2016). Kentsel Ekolojik Altyapı Tasarımına Yönelik İlişkisel Peyzaj Analiz Yöntemi: Kuzey İstanbul Örneği. Doktora Tezi, Ankara Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Peyzaj Mimarlığı Anabilim Dalı, Ankara.

- İlke, V. & İlke, E.F. (2012). Parametric Urban Landscapes. BENA 2012 Istanbul Conference, İstanbul, Türkiye, 21-24 Haziran 2012, 233-240, (Tam Metin Bildiri).
- İlke, V. & İlke, E.F. (2017). Peyzaj Mimarlığı, Şehircilik ve Parametrik Üslup Etkileşiminin Kentsel Tasarıma Yansımaları. Uluslararası Hakemli Tasarım ve Mimarlık Dergisi, Sayı 10. ISSN: 2148-8142
- İlke, E.F., Uzun, O., Çetinkaya Çiftçioğlu G., Füsün, E. & Açıksöz, S (2011). Doğal Kaynakların Kullanımında Peyzaj Yönetimi Koruma ve Planlaması. TMMOB Konya Kent Sempozyumu, I. Konya Kent Sempozyumu, Konya, Türkiye, 26-27 Kasım 2011, 319-332 (Tam Metin Bildiri).
- Kaymaz, I. (2017). Yol peyzajları ekolojik tasarım ilkeleri. Kaymaz, I ve Tekin Cüre, C. (eds.). Çankırı kenti için ekolojik kentsel tasarım. Çankırı: Çankırı Belediyesi Yayını. ISBN: 978-605-67155-1-8. <https://cankiri.bel.tr/upload/dokumanlar/2xSBIkXimhO9t8f.pdf>, Erişim Tarihi: 20.03.2025
- Özden F., Çakmak M., Akkaya M., Altay B. & İlke E.F. (2021). Evaluation in the Scope of Landscape Urbanism: The Case of Bolu City Center. International Congress of Engineering and Natural Sciences (ICENSS2021), 7 Eylül 2021, Ankara, Türkiye (Tam Metin Bildiri). ISBN: 978-605-06728-5-5

Yerel Bitki Türleri ile Peyzaj Tasarımı: Ekolojik ve Estetik Denge

Zühal Dilaver

Doç. Dr., Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Peyzaj Mimarlığı Bölümü Ankara, 0000-0002-4923-3740

Sorumlu yazar mail: dilaver@agri.ankara.edu.tr

Özet

Yerel bitkiler, belirli bir coğrafi bölgede, o bölgenin doğal ekosisteminde evrimsel süreçlerle gelişmiş ve bu çevrede müdahaleler olmadan hayatta kalabilen bitkiler olarak tanımlanabilir. Bu bitkiler, bulunduğu bölgenin iklimine, toprak yapısına, hidrolojik koşullarına ve diğer çevresel faktörlerine uyum sağlayarak, ayrıca ekosistemin doğal dengesi içinde bölgedeki diğer canlılarla etkileşim halinde yaşamlarını sürdürmektedir.

İklim değişikliği, Dünya’da ani ve aşırı sıcaklık artışı, düzensiz yağış rejimi, bu faktörlere bağlı olarak ortaya çıkan kuraklık, sel baskınları ve diğer pek çok sorunu beraberinde getirmektedir. Gerek iklim değişikliği ile mücadele gerekse uyum sürecinde peyzaj tasarımında estetik kaygılar yanında ekolojik dengenin gözetilmesi daha önemli hale gelmiştir. Yerel bitkilerin peyzaj tasarımında kullanılması ile doğal dengeyi sağlama ve görsel açıdan etkileyici peyzajlar yaratma konusunda önemli bir adım atılması sağlanabilir.

Yerel bitkiler, bulunduğu coğrafi bölgenin koşullarına uyum sağladıkları için mevcut yağışlarla yaşamını sürdürebilmekte, bu nedenle su tasarrufuna, su kaynaklarının korunmasına katkı sağlamaktadır. Yerel toprak yapısına uygun olmaları, çevresindeki zararlılara karşı dayanıklı olmaları, dolayısıyla yoğun gübreleme, ilaçlama vb. uygulamalara ihtiyaç duymamaları nedeniyle, bakım çalışmalarında azalma sağlanacağı için karbon emisyonlarının düşürülmesine destek olacaktır. Kullanıldığı ortamda biyoçeşitliliğin artırılması, ekosistem bütünlüğünün korunması gibi konularda da önem taşımaktadır. Yerel bitkiler, ekolojik açıdan sağladığı yararlar yanında estetik özellikleri ile de peyzaja katkı sağlamaktadır. Bu bitkilerle yapılan tasarım çalışmalarında doğal çevre ile bütünlük oluşturulması söz konusu olacaktır. Ayrıca renk, form doku gibi özellikleri açısından zenginlikleri ve mevsimsel değişimleri ile peyzaja değer katmaktadır.

Yerel bitki türlerinin kullanılması, peyzaj mimarlığı çalışmalarında ancak doğru türlerin seçilmesi koşuluyla katkı sağlayacaktır. Bu nedenle tür seçiminde bitkilerin yaşam süreleri, boy, form, çiçek, yaprak, meyve vb. özellikleri ve ekolojik istekleri konusunda yeterli bilgiye sahip olunması gerekmektedir. Bu bitkilerin kullanılması konusunda Türkiye, Dünya’nın birçok bölgesine göre oldukça geri kalmış durumdadır. Sahip olduğu tür zenginliğine rağmen, bu türlerin yeterince tanınmaması, talep olmadığı için üretim çalışmalarının yapılmaması ve sonuçta kullanım için bu bitkilerin temin edilememesi önemli bir sorundur. Ayrıca bitkilerin üretim yöntemleri konusunda akademik çalışmaların da yetersiz olduğu görülmektedir. Üretim çalışmalarının yapılmaması, ayrıca doğadan sökümlere ve doğa tahribine yol açabilmektedir.

Çalışmada yerel bitki kavramı irdelenerek, özellikle iklim değişikliği ile mücadele ve uyum sürecinde yerel bitkilerin önemi üzerinde durulmuştur. Bu bitkiler, estetik özellikleri yanında sosyolojik yapısı

ve ekosistem içinde etkileşim halinde bulunan diğer canlı ve cansız unsurlarla ilişkileri ile değerlendirilmiştir. Yerel bitkilerin peyzaj tasarımındaki rolü ve kullanımına yönelik farklı aşamalarda yürütülen çeşitli çalışmalar incelenerek Dünya’da ve Türkiye’de geline durum ortaya konmuş, bu açıdan sorunlar belirlenmiş ve gelecekte nasıl daha fazla kullanılabileceği konusunda çeşitli öneriler geliştirilmiştir. Ayrıca Ankara doğal bitki örtüsünde yer alan, farklı amaçlarla yapılan peyzaj tasarımı çalışmalarında kullanıma uygun bitki taksonlarından örnekler verilmiştir.

5. OTURUM: JEOTERMAL
TÜRKİYE’DE JEOTERMAL ENERJİ:
TOPLUMSAL BİR BAKIŞ
GEOHERMAL ENERGY IN TÜRKİYE: A
SOCIAL PERSPECTIVE

Saffet Durak

Maden Mühendisi

ÖZ

Ülkemiz jeotermal enerji açısından oldukça zengin bir konumdadır. Ülkemizin jeotermal potansiyelinin yaklaşık %90’ı orta ve düşük entalpili, %10’u ise yüksek entalpili sahalardan oluşmaktadır. Ülkemiz toplam jeotermal ısı kapasitesi MTA Genel Müdürlüğü tarafından 40.000 MWt olarak verilmekte olup kızgın kuru kaya potansiyeli dahil edilmeden toplam potansiyelin 62.000 MWt düzeyine ulaşabileceği, Kızgın Kuru Kaya (KKK) ve Geliştirilmiş Derin Jeotermal Sistemler (GDJS) teknolojisi uygulamalarının gelişmesiyle birlikte orta ve uzun vadede bu teknik potansiyelin 200.000MWt’ı geçebileceği tahmin edilmektedir (Şener, 2022).

Jeotermal kaynaklar geniş bir kullanım alanına sahip olup, elektrik üretimi, ısıtma (sera ve konut), termal ve sağlık turizmi, endüstriyel mineral eldesi, balıkçılık, kurutmacılık vb. gibi alanlarda kullanılmaktadır.

Türkiye, mevcut jeotermal enerji kaynakları ve bu kaynakların kullanımı açısından lider ülkeler arasında yer almakta olup elektrik üretiminde dünyada 4., doğrudan kullanımda ise (yer kaynaklı ısı pompası hariç) 2. sırada yer almaktadır. Türkiye’nin jeotermal kaynaklardan elektrik üretim kurulu gücü EPDK verilerine göre Ocak 2025 itibarıyla 1.733,51 MW’a ulaşmıştır. Doğrudan kullanım ise Türkiye Jeotermal Derneği verilerine göre Nisan 2024 itibarıyla 6.300 MWt olarak gerçekleşmiştir.

Uzun yıllar bir mevzuata bağlı olmadan yürütülen jeotermal faaliyetler, 03/06/2007 tarihinde kabul edilen ve 13/06/2007 tarihli Resmî Gazetede yayınlanarak yürürlüğe giren 5686 sayılı “*Jeotermal Kaynaklar ve Doğal Mineralli Sular Kanunu*” ile düzenlemeye kavuşmuştur.

Jeotermal kaynaklardan elektrik üretimi, 2005 tarih ve 5346 sayılı “*Yenilenebilir Enerji Kaynaklarının Elektrik Enerjisi Üretimi Amaçlı Kullanımına İlişkin Kanun*” hükümleri çerçevesinde desteklenmektedir. Bu destek nedeniyle jeotermal kaynaklardan elektrik üretimi hızla artarken, doğrudan kullanımda yeterli artış gerçekleşmemiştir.

Jeotermal kaynakların halk yararına kullanılmasının en önemli aracı konut ısıtmadır. Fosil bir yakıt olan ve büyük oranda ithal edilen doğalgaz ile konut ısıtma devlet tarafından desteklenirken, yerli ve yenilenebilir bir enerji kaynağı olan, doğalgaza göre en az yarı yarıya daha ucuz olan jeotermal enerjinin konut ısıtmada kullanımının desteklenmemesi, kanun yapıcıların jeotermal enerjiye bakış açısını göstermesi açısından önemlidir. Jeotermal kaynakların, kaynağın bulunduğu yöre halkının yararına kullanılmasının en önemli aracı olan konut ısıtmada kullanılmaması, yöre halkının jeotermale olumsuz bakmasına da neden olmaktadır.

Anahtar Kelimeler: Jeotermal enerji, Türkiye’de jeotermal enerji kullanımı, Jeotermal enerji doğrudan kullanımı

GEOTHERMAL ENERGY IN TÜRKİYE: A SOCIAL PERSPECTIVE

Saffet Durak
Mining Engineer

ABSTRACT

Türkiye is among rich countries in geothermal energy resources. Approximately 90% of Turkey's geothermal potential consists of medium and low-enthalpy fields, while 10% is high-enthalpy fields. The total geothermal heat capacity of Türkiye, according to the General Directorate of Mineral Research and Exploration (MTA), is stated to be 40,000 MWt. However, it is projected that the total potential could reach 62,000 MWt if the potential of hot dry rock is included.

Geothermal resources have a wide range of uses, including electricity generation, heating (greenhouses and residences), thermal and health tourism, industrial mineral extraction, fishing, drying, etc.

Turkey is one of the leading countries in the use of geothermal energy resources, ranking 4th in the world in electricity generation and 2nd in direct utilization (excluding ground-source heat pumps). According to the Energy Market Regulatory Authority (EPDK) data, as of December 2024, Turkey's installed capacity for electricity generation from geothermal sources has reached 1,733.51 MW. Direct utilization, as of April 2024, has reached 6,300 MWt.

Geothermal activities, which were conducted for many years without a specific regulation, were regulated with the "Geothermal Resources and Natural Mineral Waters Law" No. 5686, which was accepted on 03/06/2007 and published in the Official Gazette on 13/06/2007.

Electricity production from geothermal sources is supported within the framework of the "Law No. 5346 on the Use of Renewable Energy Sources for the Purpose of Electricity Production" dated 2005. Due to this support, electricity production from geothermal resources has rapidly increased, but sufficient growth has not been observed in direct utilization.

The most important tool for the public benefit of geothermal resources is residential heating. While heating with natural gas, a fossil fuel that is largely imported, is supported by the government, the lack of support for the use of geothermal energy, a local and renewable energy source, in residential heating is significant in terms of reflecting lawmakers' views on geothermal energy. The failure to use geothermal resources in residential heating, which is the most important means of benefiting the local population, has led to negative perceptions of geothermal energy among the local communities.

Keywords: Geothermal Energy, Geothermal Energy Utilization in Turkey, Direct use of Geothermal Energy in Turkey

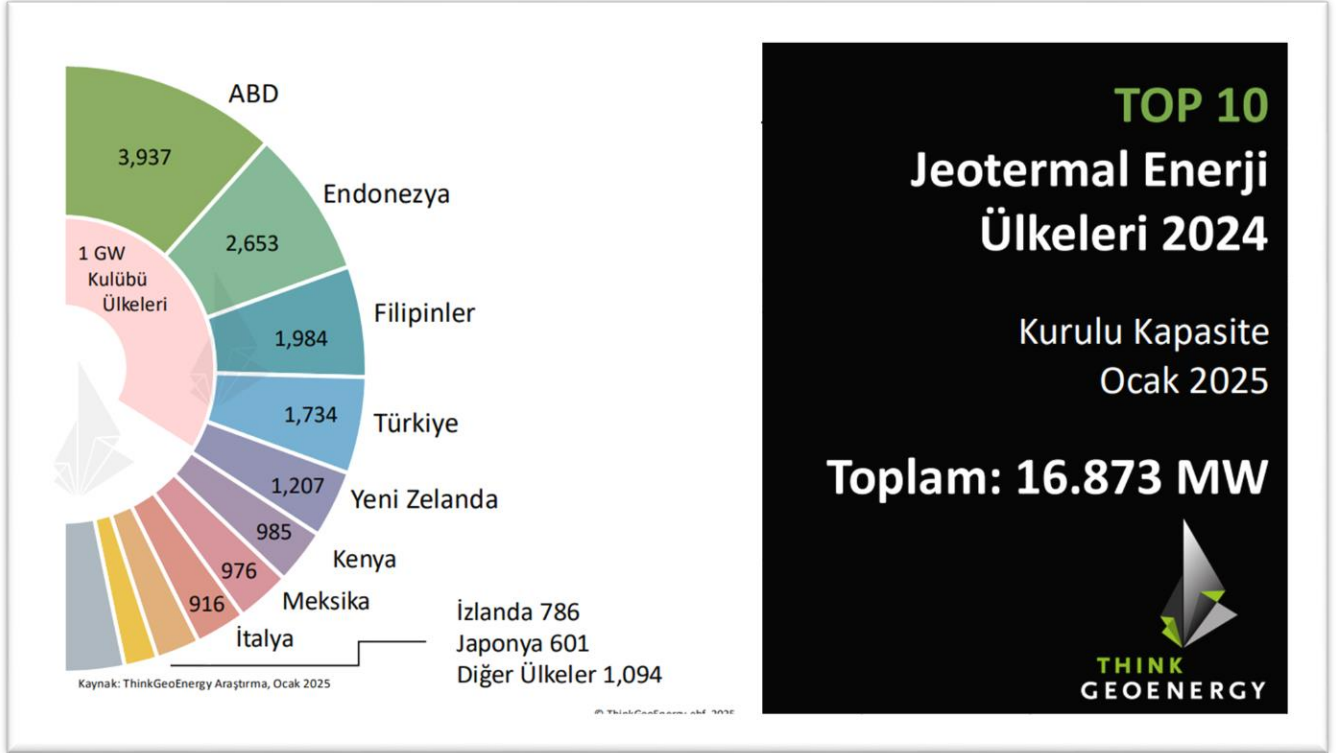
GİRİŞ

Jeotermal Kaynak, “yerkabuğunun çeşitli derinliklerinde birikmiş ısının oluşturduğu, sıcaklığı sürekli 20°C’den fazla olan ve çevresindeki normal yeraltı ve yerüstü sularına oranla daha fazla erimiş mineral, çeşitli tuzlar ve gazlar içerebilen sıcak su ve buhar” olarak tanımlanmaktadır. Bunlardan elde edilen her türlü enerjiye jeotermal enerji denir. Düşük (20-70°C), orta (70-150 °C) ve yüksek (150 °C’den yüksek) entalpili (sıcaklıklı) olmak üzere genelde üç gruba ayrılmaktadır. Yüksek entalpili akışkandan elektrik üretiminde, düşük ve orta entalpili akışkandan ise ısı enerjisi olarak yararlanılmaktadır. Ancak, bugünkü gelişen teknolojilerle orta entalpili sahalarından da elektrik üretilmektedir. Bunların yanısıra jeotermal akışkan, değişik amaçlarda olmak üzere entegre kullanıma da sunulabilir. Jeotermal enerji, elektrik üretimi, ısıtma (şehir, konut, termal tesis, sera v.b.), kimyasal madde üretimi, kurutmacılık, ağartma, bitki ve balık kültüründe kullanılmaktadır.

DÜNYA’DA JEOTERMAL ENERJİ

Dünya’daki dekarbonizasyon politikalarına bağlı olarak tüm yenilenebilir kaynaklara olduğu gibi jeotermal enerji de yaygın olarak kullanılmaktadır. Bir yandan klasik jeotermal sistemler ile elektrik üretimi ve doğrudan kullanım artarken diğer yandan Enhanced Geothermal Systems (Geliştirilmiş Derin Jeotermal Sistemler), Advanced Geothermal Systems (İleri Jeotermal Sistemler), Supercritical/Superhot Geothermal Resources (Çok Yüksek Sıcaklıklı Sistemler), Geopressured Systems (Geo Basıncılı Sistemler) gibi yeni teknolojilere de ilgi artmaktadır. 2022 yılı rakamlarına göre Dünya’da 88 ülkede jeotermal enerjinin doğrudan kullanım kurulu kapasitesi 173.303 MWt, kullanılan enerji miktarı ise 1,476,312 TJ olmuştur (International Geothermal Association). Dünya’da jeotermal enerjiden elektrik üretim kurulu gücü ise 2024 yılı itibariyle 35 ülkede 16.873 MW olmuştur. Kurulu güç açısından ilk 5 ülke, USA, Endonezya, Filipinler, Türkiye ve Yeni Zelandadır. Doğrudan kullanımda ise kurulu güç açısından ilk 5 ülke; Çin, USA, İsveç, Almanya ve Türkiye, üretilen enerji açısından ise; Çin, USA, Türkiye, İsveç ve İzlanda dır. Sıralamadaki bu fark; yer kaynaklı ısı pompalarının bazı kaynaklara göre jeotermal enerji olarak değerlendirilmesi ve USA, İsveç ile Almanyada yer kaynaklı ısı pompalarının yaygın olarak kullanılmasından kaynaklanmaktadır. Isı pompalarının hariç tutulması durumunda Türkiye, doğrudan kullanımda 2. sırada yer almaktadır.

Şekil 1- Dünya’da Jeotermal Enerji Elektrik Üretiminde İlk 10 Ülke (Think Geoenergy)



Şekil 2- Dünya’da Jeotermal Enerji Doğrudan Kullanımında İlk 5 Ülke (Yer Kaynaklı Isı Pompası Dahil) (International Geothermal Association)

Geothermal Heating & Cooling

in 88 countries

Total Installed (MWt)

173,303.212

Total Produced (TJ/y)

1,476,312.020

Top 5 Installed (MWt)

China	100,219.800
USA	20,712.540
Sweden	7,280.000
Germany	5,381.300
Turkey	5,113.350

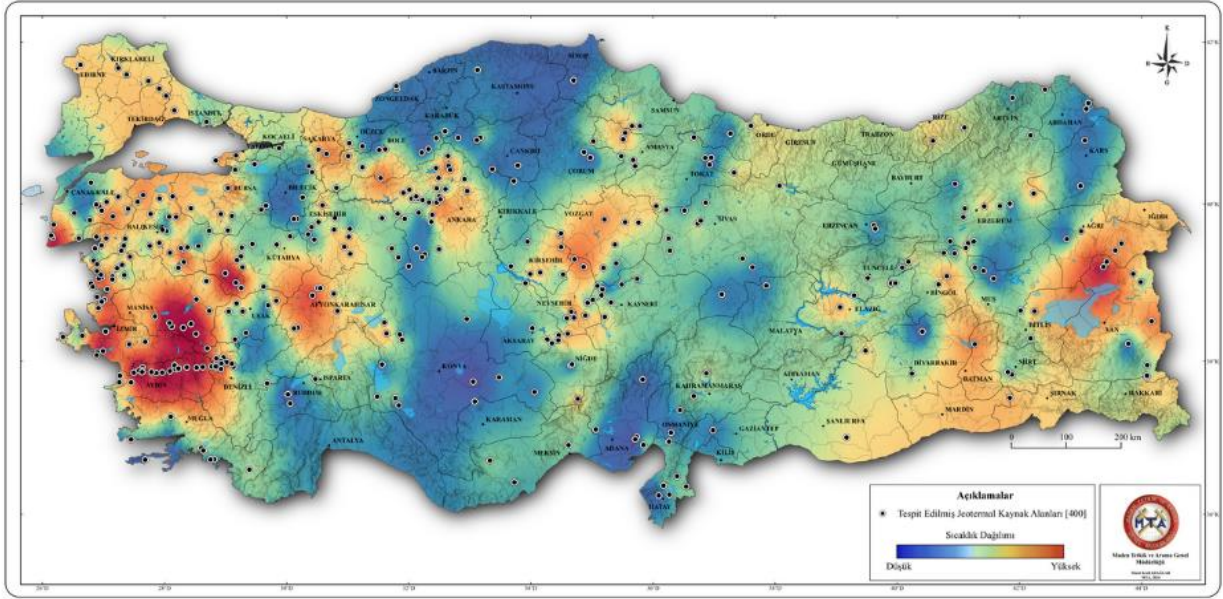
Top 5 Produced (TJ/y)

China	828,882.000
USA	152,809.500
Turkey	85,000.000
Sweden	67,680.000
Iceland	35,615.000

TÜRKİYE'DE JEOTERMAL ENERJİ

Ülkemiz jeolojik ve coğrafik konumu itibarı ile aktif bir tektonik kuşak üzerinde yer aldığı ve volkanik ve magmatik oluşumlara sahip olduğu için jeotermal açıdan dünya ülkeleri arasında zengin bir konumdadır ve bu kaynaklar ülkenin hemen her tarafına yayılmış durumdadır. Önemli jeotermal sistemleri barındıran Türkiye, sıcaklığı 30 °C ve üzerinde olan 415 adet jeotermal alanıyla oldukça zengin jeotermal kaynak varlığına ve ekonomik potansiyele sahip bir ülkedir Maden Tetkik ve Arama Genel Müdürlüğü (MTA)'nın 2020 verilerine göre Türkiye'nin kullanılabilir kapasitesi yaklaşık 40.000 MWt'dır. Günümüzde elde edilen veriler ışığında (kızgın kuru kaya potansiyeli dahil edilmeden) toplam potansiyelin 62.000 MWt düzeyine ulaşabileceği ön görülmektedir. Elektrik üretiminde yakın-orta vadede teknik ekonomik potansiyel ise 4500 MWe olarak öngörülmektedir. Kızgın Kuru Kaya (KKK) ve Geliştirilmiş Derin Jeotermal Sistemler (GDJS) teknolojisi uygulamalarının gelişmesiyle birlikte orta ve uzun vadede bu teknik potansiyelin 200.000 MWt'ı geçebileceği tahmin edilmektedir (Şener vd., 2022).

Şekil 3- Türkiye Jeotermal Kaynak Alanları ve Sıcaklık Dağılımı (MTA)



Bilinen jeotermal kaynaklarımızın %90'ı düşük ve orta sıcaklıklı olup, doğrudan uygulamalar (ısıtma, termal turizm, çeşitli endüstriyel uygulamalar v.s.) için uygundur. %10'u ise dolaylı uygulamalar (elektrik enerjisi üretimi) için uygundur (MTA Genel Müdürlüğü).

1960'lı yılların başında M.T.A. Genel Müdürlüğü'nün yürüttüğü çalışmalar sonucunda ilk ekonomik jeotermal alan 1968 yılında Denizli-Kızıldere'de keşfedilmiş ve bu sahada "Türkiye Elektrik Kurumu" tarafından 20,4 MWe kapasiteli bir santral Şubat-1984'de faaliyete geçmiştir. Yine MTA Genel Müdürlüğü'nün yürüttüğü sondajlı çalışmalarla birçok jeotermal saha keşfedilmiştir. Bu sahaların bir kısmı yüksek sıcaklığa sahip olmakla birlikte büyük kısmı orta entalpili, su baskın sahalardır. Yüksek sıcaklıklara sahip sahaların çoğunluğu Menderes ve Gediz Grabenleri içerisinde yer alırken düşük ve orta entalpili sahalar bütün Türkiye'ye yayılmıştır.

JEOTERMAL ENERJİNİN KULLANIMINA İLİŞKİN YASAL DÜZENLEME VE DESTEKLER

Ülkemizdeki jeotermal faaliyetler yıllarca 1926 tarihli ve 927 sayılı "Sıcak ve Soğuk Maden Sularının İstismarı ile Kaplıcalar Tesisatı Hakkında Kanun" kapsamında yürütülmüştür. Daha çok kaplıcalara ve mineralli sulara yönelik olarak hazırlanan ve jeotermal enerjiyi bir enerji kaynağı olarak görmeyen bu Kanun, uygulamada birçok sorunlara neden olmuştur.

Jeotermal kaynaklar 1983 yılında 6309 sayılı Maden Kanunu ile maden kanunu kapsamına alınmış, ancak, 1985 yılında 3213 sayılı Maden Kanunu ile yeniden kapsamdan çıkarılırken, 927 sayılı Kanun hükümleri saklı tutulmuştur.

2004 yılında yasalaşan 5177 sayılı "*Maden Kanunu'nda ve Bazı Kanunlarda Değişiklik Yapılmasına İlişkin Kanun*" ile özel sektörün de jeotermal faaliyetlere katılması amaçlanmıştır. Bu düzenleme sonrasında jeotermal kaynakların aranması ve kullanılması için Valiliklere yapılan başvurular Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı aracılığıyla MTA Genel Müdürlüğüne iletilmekte ve MTA Genel Müdürlüğü'nün uygun gördüğü faaliyetlere izin verilmekte idi.

13/06/2007 tarihli Resmî Gazetede yayınlanarak yürürlüğe giren 5686 sayılı "*Jeotermal Kaynaklar ve Doğal Mineralli Sular Kanunu*" ile jeotermal kaynakların aranması ve işletilmesi yasal bir düzenlemeye kavuşmuştur. 5686 sayılı Kanunun öngördüğü "*Jeotermal Kaynaklar ve Doğal Mineralli Sular Kanunu Uygulama Yönetmeliği*" (Uygulama Yönetmeliği) ve "*Elektrik Enerjisi Üretimine Yönelik Jeotermal Kaynak Alanlarının Kullanımına Dair Yönetmelik*" in yayınlanması ile de uygulama esas ve yöntemleri belirlenmiştir.

Jeotermal Kaynaklardan elektrik üretimi ise 14/03/2013 tarih ve 6446 sayılı Elektrik Piyasası Kanunu ile 02/11/2013 tarihli Elektrik Piyasası Lisans Yönetmeliği ile düzenlenmiştir.

Jeotermal kaynakların kullanımını önemli ölçüde yönlendiren düzenlemelerden birisi de 2005 tarih ve 5346 sayılı "*Yenilenebilir Enerji Kaynaklarının Elektrik Enerjisi Üretimi Amaçlı Kullanımına İlişkin Kanun*" olmuştur. Bu düzenleme ile jeotermal kaynaklardan elektrik üretimine önemli destek getirilirken, doğrudan kullanıma ilişkin herhangi bir destek mekanizması bugüne kadar gündeme gelmemiştir.

TÜRKİYE'DE JEOTERMAL ENERJİNİN KULLANIMI

Ülkemizde de jeotermal kaynaklar tarih boyunca doğal sıcak su olarak kullanılmıştır. Doğal çıkışların yaygınlığı nedeniyle de özellikle kaplıca amacıyla birçok yöremizde kullanılmış ve halen de kullanılmaktadır.

Jeotermal arama ve geliştirme faaliyetleri yıllarca MTA Genel Müdürlüğü tarafından yürütülmüş ve bu çalışmalar neticesinde birçok jeotermal saha keşfedilmiştir. 1960'lı yılların başında M.T.A. Genel Müdürlüğü'nün yürüttüğü çalışmalar sonucunda ilk yüksek entalpili jeotermal alan 1968 yılında Denizli-Kızıldere'de keşfedilmiş ve bu sahada "Türkiye Elektrik Kurumu" tarafından 20,4 MWe brüt kapasiteli bir santral Şubat-1984'de faaliyete geçmiştir. Yine MTA Genel Müdürlüğü'nün yürüttüğü sondajlı çalışmalarla birçok yüksek ve orta entalpili jeotermal saha keşfedilmiş olmakla birlikte 80'li yıllarda benimsenen "kamunun yatırım yapmaması ve özelleştirme" politikaları nedeniyle özellikle yüksek entalpili sahalar âtıl vaziyette beklemek zorunda kalmışlardır. Bu dönemde MTA tarafından keşfedilen orta entalpili sahalarda konut ısıtma ve sera projeleri hız kazanmıştır. Başta Balçova olmak üzere birçok bölgede Belediyelerin ve İl Özel İdarelerinin (Valiliklerin) girişimleriyle konut ısıtma projeleri hayata geçirilmiştir. Bu durum jeotermal kanunu yürürlüğe girene kadar bu şekilde devam etmiştir.

Jeotermal Kanununun yürürlüğe girmesi ile şemsiyenin tersine döndüğünü söylemek mümkündür. Jeotermal Kanunu ile birlikte jeotermal kaynak arama ve işletme faaliyetleri özel sektöre açılmıştır. Jeotermal kaynaklardan elektrik üretiminin destekleniyor olması ile birlikte, özel sektör yüksek entalpili sahalara ve elektrik üretimine yönelmiştir. Bunun sonucunda da jeotermal santrallerin kurulu gücü hızlı bir gelişimle 17,5 MW (EÜAŞ Sarayköy JES) dan 1.733,51 MWe' a ulaşmıştır. Ancak doğrudan kullanımda tam tersine bir duraklama başlamış ve o günden bu yana hiçbir yeni konut ısıtma projesi hayata geçirilmemiş, sadece mevcut projelerde kapasite artışlarına gidilmiştir. Sera yatırımlarının Tarım Bakanlığı tarafından destekleniyor olması, "Tarıma Dayalı Jeotermal Seracılık İhtisas Organize Sanayi Bölgeleri" nin kurulması nedeniyle de jeotermal sera yatırımlarında artış görülmektedir.

Tablo ve grafiklerden görüleceği üzere; jeotermal kaynağa dayalı elektrik üretim kurulu gücü çok hızlı bir artışla 1.733,51 MW a ulaşırken, doğrudan kullanım çok daha düşük bir artış göstermiştir. Bu artış da büyük oranda sera yatırımlarından kaynaklanmaktadır.

Çizelge 1. Türkiye’de Yıllara Göre Jeotermal Elektrik Üretim Kurulu Güç ve Üretim Değerleri (TEİAŞ ve EPDK Verileri)

Yıllar	Elektrik Kurulu Güç (MW)	Elektrik Üretim (GWh)	Yıllar	Elektrik Kurulu Güç (MW)	Elektrik Üretim (GWh)
1984	17,5	22,1	2005	15	94,4
1985	17,5	6,0	2006	23	94,4
1986	17,5	43,6	2007	23	156,0
1987	17,5	57,9	2008	30	162,0
1988	17,5	68,4	2009	77	436,0
1989	17,5	62,6	2010	94	668,0
1990	17,5	80,1	2011	117	694,0
1991	17,5	81,3	2012	163	899,0
1992	17,5	69,6	2013	350	1364,0
1993	17,5	77,6	2014	442	2364,0
1994	17,5	79,1	2015	660	3425,0
1995	17,5	86,0	2016	821	4819,0
1996	17,5	83,7	2017	1064	6127,0
1997	17,5	82,8	2018	1283	7431,0
1998	17,5	85,0	2019	1515	8952,0
1999	17,5	80,9	2020	1613	10028,0
2000	17,5	75,5	2021	1676	10793,0
2001	17,5	89,6	2022	1691	11119,0
2002	17,5	104,6	2023	1691	11102,0
2003	15	88,6	2024	1733	11241,5
2004	15	93,2			

Çizelge 2. Türkiye’de Yıllara Göre Jeotermal Enerji Doğrudan Kullanımı (Bin TEP)

(EİGM Denge Tabloları Verileri)

Yıllar	Ticaret ve Hizmetler	Konut	Tarım ve Hayvancılık	Toplam	Yıllar	Ticaret ve Hizmetler	Konut	Tarım ve Hayvancılık	Toplam
1972	38			38	1999	618			618
1973	48			48	2000	648			648
1974	50			50	2001	687			687
1975	56			56	2002	730			730
1976	58			58	2003	784			784
1977	58			58	2004	811			811
1978	60			60	2005	926			926
1979	60			60	2006	898			898
1980	60			60	2007	914			914
1981	60			60	2008	791		220	1.011
1982	82			82	2009	964		286	1.250
1983	100			100	2010	1.057		334	1.391
1984	178			178	2011	1.081		382	1.463
1985	232			232	2012	1.081		382	1.463
1986	304			304	2013	1.081		382	1.463
1987	324			324	2014	1.082		409	1.491
1988	340			340	2015	1.042	280	580	1.902
1989	342			342	2016	958	352	580	1.890
1990	364			364	2017	475	777	609	1.860
1991	365			365	2018	475	853	627	1.954
1992	388			388	2019	475	853	627	1.954
1993	400			400	2020	475	853	627	1.954
1994	415			415	2021	475	853	627	1.954
1995	437			437	2022	475	853	627	1.954
1996	471			471	2023	475	1.284	1.079	2.838
1997	531			531	2024				
1998	582			582					

Çizelge 3. Türkiye’de Yıllara Göre Jeotermal Enerji Doğrudan Kullanımı
(TJD ve Enerji Kentleri Birliği Verileri)

	Toplam konut sayısı	Konut (MWt)	Sera (m ²)	Sera (MWt)	Kaplıca (MWt)	Kaplıca suyu (MWt)	Soğutma (MWt)	Kurutma (MWt)	Isı pompası (MWt)	Toplam (MWt)
2002	33.300	315	500.000	116	109	327				867
2003	33.300	315	565.000	131	219	327				992
2004	36.800	400	565.000	131	219	327				1.077
2005	44.100	417	635.000	148	243	327				1.135
2006	48.810	436	635.000	148	243	402				1.229
2007	49.860	445	1.000.000	232	306	402				1.385
2008	49.860	445	1.000.000	232	306	402				1.385
2009	49.860	445	1.000.000	232	306	402				1.385
2010	63.600	601	2.300.000	535	358	552			38,0	2.084
2011	74.300	663	2.300.000	535	358	552			38,0	2.146
2012	87.843	805	2.832.000	612	380	870			38,0	2.705
2013	87.843	805	2.832.000	612	380	870			38,0	2.705
2014	87.843	805	2.832.000	612	380	870			38,0	2.705
2015	95.020	908	3.848.000	745	420	1.005		1,50	42,8	3.122
2016	102.020	908	3.848.000	745	420	1.005		1,50	42,8	3.122
2017	104.520	930	3.848.000	745	420	1.005		1,50	42,8	3.144
2018	104.520	1.033	4.283.000	820	420	1.005		1,50	42,8	3.322
2019	137.490	1.033	4.283.000	820	420	1.205	0,35	1,50	8,5	3.488
2020	152.841	1.033	4.283.000	820	420	1.205	0,35	1,50	8,5	3.488
2021	155.502	1.120	4.500.000	855	435	1.400	0,35	9,50	8,5	3.828
2022	160.291	1.422	5.293.000	1.230	680	1.763	0,35	9,50	8,5	5.113
2023	162.915	1.422	5.293.000	1.230	680	1.763	0,35	9,50	8,5	5.113
2024	166.149	1.422	10.400.000	2.417	680	1.763	0,35	9,50	8,5	6.300

Tablo ve grafiklerden görüleceği üzere; ülkemizde jeotermal enerjinin kullanımına ilişkin veriler, özellikle de doğrudan kullanıma ilişkin veriler ne yazık ki çok sağlıklı gözükmemektedir. EİGM’nün denge tablolarında yer alan veriler ile Türkiye Jeotermal Derneği ve T.C. Enerji Kentleri Birliği verileri arasında ciddi farklar bulunmaktadır. Yine de bu verilerden genel gidişe ilişkin eğilimleri görmek mümkün olmaktadır. Burada Türkiye Jeotermal Derneği (TJD) ile T.C. Enerji Kentleri Birliğine, veri sağlamakta gösterdikleri destekler için ayrıca teşekkür etmem gerekir.

Çizelge 4. Jeotermal Enerji ile Isıtılan Konut Sayısı (Enerji Kentleri Birliği)

	balçova	afyon	gönen	simav	kırşehir	k.hamam	kozaklı	sandıklı	diyadin	salihli	sarayköy	edremit	bigadiç	sarıkaya	sorgun	yerköy	güre	dikili	bergama	sındırgı	toplam	
2002	13000	4500	3400	3200	1800	2500	1000	2000	400	1500												33.300
2003	13000	4500	3400	3200	1800	2500	1000	2000	400	1500												33.300
2004	14000	4500	3400	3200	1800	2500	1000	2000	400	3000	500	500										36.800
2005	18000	4500	3400	4000	1800	2500	1000	3200	400	3000	1500	800										44.100
2006	19000	4500	3400	5000	1800	2500	1200	3200	400	4500	1500	1300	500	10								48.810
2007	20000	4500	3400	5000	1900	2500	1200	3600	150	4100	1500	2000		10								49.860
2008	20000	4500	3400	5000	1900	2500	1200	3600	150	4100	1500	2000		10								49.860
2009	20000	4500	3400	5000	1900	2500	1200	3600	150	4100	1500	2000		10								49.860
2010	30000	4500	3400	5000	1900	2500	1200	3600	150	4100	1500	3900		600	750	500						63.600
2011	35000	4500	3400	5000	1900	2500	1200	3600	150	5000	1500	4100	1500	600	750		650	2.500	450			74.300
2012	35000	8000	2500	7500	1800	2500	3000	6000	570	7292	2200	4881	1500		1.500		650	2.500	450			87.843
2013	35000	8000	2500	7500	1800	2500	3000	6000	570	7292	2200	4881	1500		1.500		650	2.500	450			87.843
2014	35000	8000	2500	7500	1800	2500	3000	6000	570	7292	2200	4881	1500		1.500		650	2.500	450			87.843
2015	35000	8000	3400	12000	1900	2500	3000	6000	570	7500	2500	5500	1500		1.500		1.400	2.000	450	300		95.020
2016	35000	10000	3400	12000	1900	2500	3000	11000	570	7500	2500	5500	1500		1.500		1.400	2.000	450	300		102.020
2017	35000	10000	3400	14500	1900	2500	3000	11000	570	7500	2500	5500	1500		1.500		1.400	2.000	450	300		104.520
2018	35000	10000	3400	14500	1900	2500	3000	11000	570	7500	2500	5500	1500		1.500		1.400	2.000	450	300		104.520
2019	37500	25799	3400	17495	1800	2100	3000	17226	570	9000	5000	5150	1500		2.100		1.400	1.500	450	2.500		137.490
2020	38318	25990	3400	18192	1800	2100	3000	30000	570	9500	5000	5521	1500		2.100		1.400	1.500	450	2.500		152.841
2021	38318	28651	3400	18192	1800	2100	3000	30000	570	9500	5000	5521	1500		2.100		1.400	1.500	450	2.500		155.502
2022	38899	29177	3400	18612	1800	2100	3800	30000	970	10067	5000	5100	1500		2.100		1.400	1.500	866	4.000		160.291
2023	39200	30261	3400	19059	1800	2100	3800	30000	800	10150	5000	5220	1500		2.100		1.450	1.500	875	4.700		162.915
2024	40630	30261	3400	19496	1800	2100	5500	30000	800	10150	5000	4878	1500		2.100		1.450	1.530	866	4.688		166.149

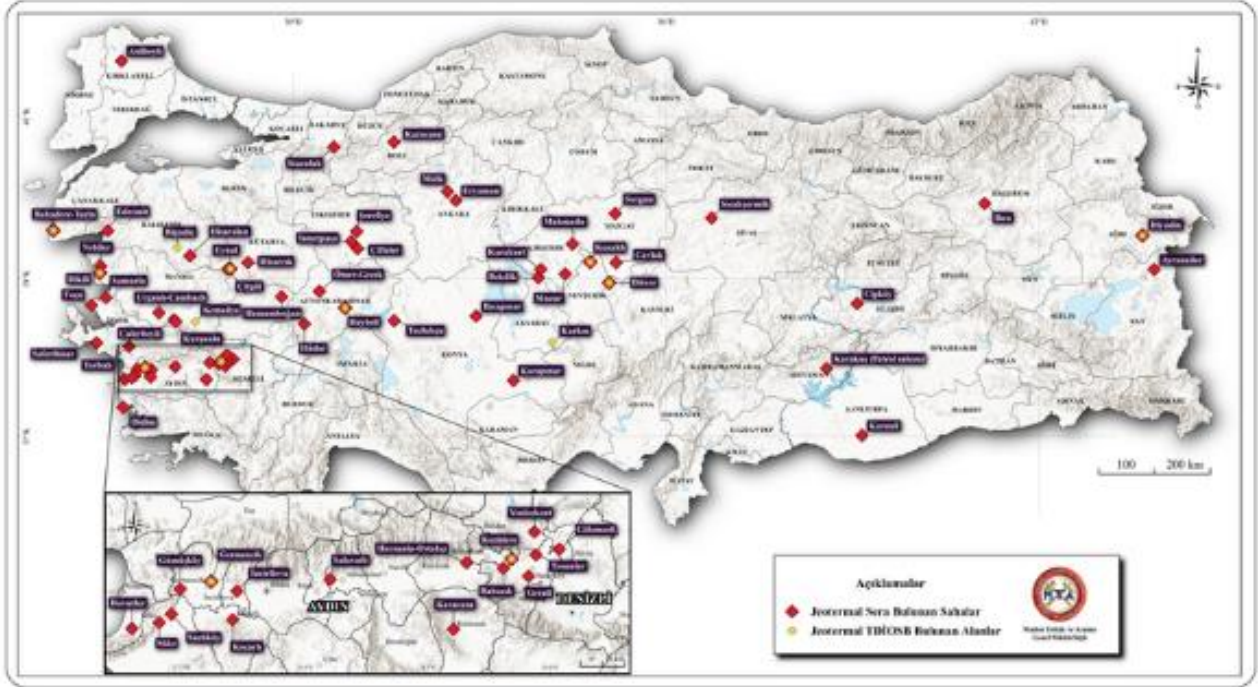
Tablo ve grafiklerden de görüleceği üzere, Jeotermal Kanunu'nun yürürlüğe girdiği 2007 yılı, milat veya dönüşüm yılı olarak ele alınabilir. Konut ısıtma projelerinin işletmeye alındığı yıllar incelendiğinde birçoğunun doksanlı yıllarda işletmeye alındığı görülmektedir. Jeotermal Kanununun yürürlüğe girdiği 2007 yılından sonra işletmeye alınan konut ısıtma projesi sayısı sadece 4 olup (Sorgun-2008, Dikili ve Bergama-2009 ve Sındırgı- 2014) bunların üçünün jeotermal kanunundan önce projelendirildiği ve inşaatına başlandığı açıktır. Kısaca; jeotermal kanunu yürürlüğe girdikten sonra Sındırgı hariç, yeni bir konut ısıtma projesi yapılmamıştır. Konut ısıtma projelerindeki gelişme, sadece jeotermal kanunu yürürlüğe girmeden önce altyapısı yapılmış olan konut ısıtma projelerindeki genişleme ve yeni abone alımı yoluyla sağlanmıştır.

Şekil 4- Jeotermal Isıtma Sahaları (MTA)



Doğrudan kullanımda en büyük artış sera ısıtmasında görülmektedir. T.C. Tarım ve Orman Bakanlığı'nın seralar için sağladığı destekler ile jeotermal ısıtmalı organize sera bölgelerinin kurulması ile bu alanda ciddi bir artış sağlandığı görülmektedir. Yine termal turizme yönelik olarak kaplıca suyu kullanımında ve kaplıca alanlarının ısıtılmasında da bir artıştan söz etmek mümkündür.

Şekil 5- Jeotermal Sera Sahaları (MTA)



Ciddi ve şaşırtıcı bir durum jeotermal enerjinin endüstriyel kullanımında, özelliklede sebze meyve kurutma sektöründe görülmektedir. Ülkemizdeki yüksek sıcaklıklı sahalar tarımın en yoğun olarak yapıldığı Menderes Grabeni ve Alaşehir Havzasında yer almaktadır. Santrallerin atık akışkanı ile yörede yetiştirilen üzüm, incir gibi meyvelerin daha hijyenik ortamlarda kurutulması mümkün iken sadece 9,5 MW gibi küçük bir kapasitede kalması jeotermal kanununun nasıl yorumlandığının ve kullanıldığını göstermesi açısından oldukça ilginçtir.

Burada Jeotermal Kanununun ve Yenilenebilir Enerji Kaynaklarının Elektrik Enerjisi Üretimi Amaçlı Kullanımına İlişkin Kanun'un bazı hükümlerini hatırlamakta yarar vardır.

Yenilenebilir Enerji Kaynaklarının Elektrik Enerjisi Üretimi Amaçlı Kullanımına İlişkin Kanun'un 7. Maddesinin üçüncü fıkrası; "Yeterli jeotermal kaynakların bulunduğu bölgelerdeki valilik ve belediyelerin sınırları içinde kalan yerleşim birimlerinin ısı enerjisi ihtiyaçlarını öncelikle jeotermal ve güneş termal kaynaklarından karşılamaları esastır." hükmünü haizdir. Ancak bu hükmün Balçova dışında bir uygulaması yoktur ve tam tersine jeotermal kaynakların varlığı bilinmesine rağmen jeotermal kaynaklarla ısıtılması mümkün olan birçok il ve ilçeye doğalgaz götürülmüştür ve halen daha götürülmeye devam edilmektedir.

Jeotermal Kanununda ise entegre kullanıma ilişkin birçok hüküm yer almasına rağmen bu hükümler gözardı edilmekte ve uygulanmamaktadır.

Daha yüksek teknoloji gerektiren ve günümüz koşullarında maliyetlerinin yüksekliği nedeniyle yapılabirliği düşük olan soğutma ve yer kaynaklı ısı pompalarının kullanımı ise ihmal edilebilecek düzeydedir.

Jeotermal kaynağa dayalı elektrik üretim kurulu gücü ise jeotermal kanunu ve destekleme mekanizmaları ile birlikte çok hızlı bir artışla günümüzde 1733 MW a ulaşmıştır. Başlangıçta oldukça yüksek oranda seyreden artış hızı son yıllarda giderek yavaşlamış ve neredeyse durma noktasına gelmiştir. Bunun en büyük sebebi ise; elektrik üretimine uygun yeni jeotermal sahaların keşfinin yavaşlamasıdır. Menderes grabeni ile Alaşehir havzasında neredeyse tüm sahalar kullanılmakta olup, yeni saha geliştirmek zorlaşmıştır. Bu bölgelerdeki yöre halkının ve sivil toplum örgütlerinin hukuki mücadelesi de yeni yatırımların önünü kapatmaktadır. Mevcut jeotermal sahaların vahşi bir şekilde işletilmeleri nedeniyle de rezervuar basınçları hızla düşmüş ve birçok sahada pompalı üretime geçilmiştir. Son Zamanlarda özel sektörün İç Anadolu Bölgesinde elektrik üretimine yönelik arama ve geliştirme çalışmalarına yöneldiği gözlenmektedir.

JEOTERMAL ISITMA MALİYETİ

Jeotermal enerji ile ısıtılan bölgelerde ısıtma maliyetleri tabloda verilmiştir.

Çizelge 5. Jeotermal enerji ile ısıtılan bölgelerde ısıtma maliyetleri (Türkiye Enerji Kentleri Birliği)

	Bölge	Isıtılan Konut Eşdeğeri (100m ²)	Isıtma Bedeli (TL/kWh)		Yıllık Toplam (TL)
1	Afyonkarahisar	30.261	0,5410		
2	Afyon-Sandıklı	30.000	0,5223	*	15.072
3	Ağrı-Diyadin	800			15.000
4	Ankara-K.hamam	2.100	0,7000		
5	Balıkesir-Bigadiç	1.500	0,7200	*	
6	Balıkesir-Edremit	4.878		*	9.292
7	Balıkesir-Gönen	3.400		*	7.800
8	Balıkesir-Güre	1.450		*	12.024
9	Balıkesir-Sındırgı	4.688		*	13.365
10	Denizli-Sarayköy	5.000	0,5100	*	
11	İzmir-Balçova	40.630	0,6585	*	4.000
12	İzmir-Bergama	866	0,6000	*	
13	İzmir-Dikili	1.530	0,7200		
14	Kırşehir	1.800			6.400
15	Kütahya-Simav	19.496	0,5004	*	7.680
16	Manisa-Salihli	10.150	0,5010		
17	Nevşehir-Kozaklı	5.500			7.361
18	Yozgat-Sorgun	2.100	0,4000	*	
	TOPLAM	166.149			

- Sıcak su kullanımı dâhil

Ankara’da 1 kWh doğalgazın fiyatı Başkentgaz tarife sayfasında mesken aboneleri için 0,76878543 TL olarak verilmektedir (Mart 2025). Bu bedelin üzerine %20 KDV eklendiğinde toplam 0,922542516 TL/kWh olmaktadır. (Mart 2025) Bu tutar yukarıda verilen jeotermal kaynaklı ısıtma bedelleri ile kıyaslandığında %230 ile %28 arasında yüksek olduğu görülmektedir. Bunun yanısıra Enerji Bakanlığının yaptığı açıklamalarda doğalgaz fiyatlarının %60 oranında desteklendiği ifade edilmektedir. Üstelik doğalgaz, dağıtım firmaları tarafından kapımıza kadar getirilmekte ve tüketiciler sadece bina içi tesisatı yapmaktadırlar. %90 oranında ithal edilen, fosil bir yakıt olan doğalgaza sağlanan tüm bu desteklere karşın yerli, yenilenebilir ve temiz bir enerji kaynağı olan jeotermal enerjinin hiç desteklenmemesi kanun yapıcıların jeotermal enerjiye bakış açısını göstermesi açısından önemlidir. Jeotermal kaynakların, kaynağın bulunduğu yöre halkının yararına kullanılmasının en önemli aracı olan konut ısıtmada kullanılmaması, yöre halkının jeotermale olumsuz bakmasına da neden olmaktadır.

SONUÇ VE ÖNERİLER

Türkiye jeotermal kaynaklar açısından oldukça zengin bir ülke konumundadır. Bu kaynakların %90’ı düşük ve orta entalpili, %10’u ise elektrik üretimine uygun yüksek entalpili sahalardır. Jeotermal Kanunu yürürlüğe girmeden önce MTA Genel Müdürlüğü tarafından keşfedilmiş düşük ve orta entalpili sahalardan kamu önderliğinde konut ısıtma projeleri geliştirilirken, jeotermal kanununun yürürlüğe girmesi ile birlikte yeni konut ısıtma projesi geliştirilmemiş ve özel sektör yüksek ve orta entalpili sahalardan elektrik üretimine yönelmiştir. Jeotermal Kanunu’nun yürürlüğe girdiği 2007 yılında 17,5 MW olan JES Kurulu gücü 2024 yılında yaklaşık 100 kat artışla 1733 MW a ulaşmıştır. Ancak son yıllarda bu artışın yavaşladığı ve hatta durma noktasına geldiği görülmektedir. Bu yavaşlamada; mevcut sahaların vahşi bir şekilde işletilmesi neticesinde rezervuar basınçlarının düşmesi ile elektrik üretimine uygun yeni jeotermal saha keşfinin yapılamamasının yanısıra özellikle ege bölgesinde JES lere karşı yükselen halk muhalefetinin etkisiyle yeni yatırım yapılmasında karşılaşılan güçlüklerin etkisi önemlidir.

Diğer yandan 2007 yılında 1385 MWt olan doğrudan kullanım kurulu gücü 2024 yılında sadece 4,55 kat artışla 6300 MW a ulaşmıştır. Bu artışın büyük bir kısmı da sera yatırımlarından kaynaklanmakta olup konut ısıtmada kapasite artışı 1,78 kat ile sınırlı kalmıştır. Tarım ve Orman Bakanlığı tarafından seralara sağlanan teşvikler ile “Tarıma Dayalı Jeotermal Seracılık İhtisas Organize Sanayi Bölgeleri” nin kurulması nedeniyle de jeotermal sera yatırımlarında artış görülmektedir.

Jeotermal kaynakların halk yararına kullanılmasının en önemli aracı konut ısıtmadır. Jeotermal enerjiden konut ısıtma projelerinde ilk yatırım maliyeti yüksek, tüketim maliyeti ise yakıt maliyeti olmadığı için oldukça düşüktür. Jeotermal Kanunu yürürlüğe girmeden önce MTA Genel Müdürlüğü tarafından keşfedilen düşük ve orta entalpili sahalar kamu eliyle değerlendirilmiş ve birçok bölgede konut ısıtma projeleri hayata geçirilmiştir. Bu projelerde finansman genellikle valilikler ve/veya belediyeler tarafından sağlanmış olup, abonelik sistemiyle halkın sistemin içerisine girmesi sağlanmıştır. Maliyetin de düşük tutulması ile halk tarafından cazip görülen jeotermal ısıtma yaygınlaşmış ve tercih edilir bir noktaya ulaşmıştır. Ancak Jeotermal Kanunu’nun yürürlüğe girmesi

ile birlikte jeotermal kaynaklı konut ısıtma projelerinin tamamen sonlandığını söylemek mümkündür. 2007 yılından sonra işletmeye giren projelerin, kanundan önce projelendirilen ve inşaatı başlamış projeler olduğu görülmektedir. Fosil bir yakıt olan ve çok büyük oranda ithal edilen doğalgaz ile konut ısıtma devlet tarafından desteklenirken, yerli ve yenilenebilir bir enerji kaynağı olan ve doğalgaza göre en az yarı yarıya daha ucuz olan jeotermal enerjinin konut ısıtmada kullanımının desteklenmemesi, kanun yapıcıların jeotermal enerjiye bakış açısını göstermesi açısından önemlidir. Jeotermal kaynakların, kaynağın bulunduğu yöre halkının yararına kullanılmasının en önemli aracı olan konut ısıtmada kullanılmaması, yöre halkının jeotermale olumsuz bakmasına da neden olmaktadır.

Diğer taraftan; yer kaynaklı ısı pompalarının da kullanımı Dünya’da giderek yaygınlaşmaktadır. Jeotermal kaynak varlığına ihtiyaç duymayan ve toprağın doğal ısısından yararlanan bu sistemlerde toprağın ısısı alınmakta ve enerji verimliliği yüksek ısı pompaları ile ısıtma ve soğutmada kullanılmaktadır. Ülkemizde yer kaynaklı ısı pompası uygulaması son derece düşük olmakla birlikte son yıllarda ETKB tarafından yürütülen bir proje ile 14 ilde yer altı toprak ısı haritaları hazırlanmıştır. Bu haritaların kısa süre içerisinde kamuya açılarak yayınlanması beklenmektedir. Böylece kullanılacak teknolojiye göre hangi derinliklerden ne kadar ısı alınabileceği hesaplanabilecek ve yatırımcılara ışık tutacaktır. İkinci aşamada tüm Türkiye için benzer ısı haritalarının hazırlanması hedeflenmektedir.

Yer kaynaklı ısı pompaları da jeotermal kaynaklı ısıtma projeleri gibi, ilk yatırım maliyetleri yüksek, işletme giderleri düşük yatırımlardır. Bu projelerin de yaygınlaşabilmesi için hem yasal düzenlemeye hem de destekleme mekanizmasına ihtiyaç duymaktadır.

Jeotermal konut ısıtma projelerinin yaygınlaşabilmesi için aşağıda belirtilen hususların dikkate alınması gerektiğine inanıyoruz.

- 1- Jeotermal konut ısıtma projelerinin ilk yatırım maliyetleri Jeotermal Kanunu öncesinde olduğu gibi Valilik ve Mahalli İdareler gibi kamu kurumları tarafından karşılanmalıdır. Konut ısıtma projesi içerisinde kalan konutların iç tesisatları için ise konut sahiplerine uygun koşullarda kredi sağlanmalıdır.
- 2- Gelineen noktada en önemli sorun; jeotermal ısıtma projeleri için jeotermal akışkan teminidir. Çünkü ruhsatlar büyük oranda özel sektörün elindedir ve özel sektör için bu alan karlı bir alan olarak görülmemektedir. Bu nedenle jeotermal kanununda da yer alan entegre kullanımın teşvik edilmesi hususu hayata geçirilmeli, JES lerin atık akışkanları kullanarak JES bölgesinde kalan konutların jeotermal enerji ile ısıtılması sağlanmalıdır. Konut ısıtma projesine akışkan sağlayan JES lere ek destekler getirilebileceği gibi, doğrudan ısı alımı da mümkündür.
- 3- Özellikle JESlerin yaygın olduğu bölgelerde, konut ısıtma projelerinin finansmanı için, JES ler tarafından ödenen %1’lik devlet hakkı ilk yatırım finansmanı için kullanılmalıdır. Mevcut uygulamada %1devlet hakkı İl Özel İdareleri tarafından jeotermalle ilişkisi olmayan projelerde kullanılmaktadır. Bu konuda bir düzenleme yapılarak JES lerden alınan katkı payının yöre halkının yararına olacak şekilde konut ısıtma, meyve sebze kurutma gibi projelerde kullanılması sağlanmalıdır.
- 4- Jeotermal konut ısıtma projelerinde, JES lerde olduğu gibi KDV, Gümrük Vergisi gibi muafiyetler sağlanmalıdır.

- 5- Jeotermal konut ısıtma projelerinin tükettiği elektrik enerjisi için düşük tarife uygulanmalı, kendi enerjisini üretebilmesi için imkân sağlanmalıdır.
- 6- Yer kaynaklı ısı pompalarının kullanımını yaygınlaştırmak amacıyla gerekli yasal düzenlemeler yapılmalı, altyapı hazırlanmalı ve jeotermal konut ısıtmada olduğu gibi bir destekleme mekanizması geliştirilmelidir.

Unutulmamalı ki jeotermal kaynaklar yerli, temiz ve yenilenebilir kaynaklardır ve bulunduğu yöre halkının yararına kullanılmasının en önemli aracı konut ısıtmadır. Jeotermal kaynakların bilim ve tekniğe uygun, çevreye ve doğaya saygılı, en önemlisi ise doğal kaynakların gerçek sahibinin halk olduğu gerçeği göz ardı edilmeden yöre halkı yararına kullanılması temel amaç olmalıdır.

REFERANSLAR

MTA Genel Müdürlüğü.

<https://www.mta.gov.tr/v3.0/arastirmalar/jeotermal-enerji-arastirmalari>

Enerji Piyasası Düzenleme Kurumu, 2025, Ocak Ayı Sektör Raporu,

<https://www.epdk.gov.tr/Detay/Icerik/3-0-23/elektrikaylik-sektor-raporlar>

Türkiye Jeotermal Derneği,

<https://www.jeotermaldernegi.org.tr/sayfalar-Turkiye-de-Jeotermal>

International Geothermal Association,

<https://worldgeothermal.org/geothermal-data/geothermal-energy-database>

Think Geoenergy,

<https://www.thinkgeoenergy.com/geothermal/geothermal-energy-production-utilisation/>

Şener M., Baba A., Uzelli T., Akkuş İ., Mertoğlu O., (2022), Türkiye Jeotermal Kaynaklar Strateji Raporu,

<https://mapeg.gov.tr/Home/Announcement/1424-Turkiye-Jeotermal-Kaynaklar-Strateji-Raporu-Hazirlandi>

TEİAŞ Genel Müdürlüğü,

<https://www.teias.gov.tr/turkiye-elektrik-uretim-iletim-istatistikleri>

ENERJİ İşleri Genel Müdürlüğü,

<https://enerji.gov.tr/eigm-raporlari>

ENERJİ TEMİNİNDE YENİ YAKLAŞIMLAR: GELİŞTİRİLMİŞ JEOTERMAL SİSTEMLER

Prof. Dr. Mehmet Şener

mehmetsenerburdur@gmail.com

TMMOB Jeoloji Mühendisleri Odası

“Jeotermal Kaynaklar ve Doğal Mineralli Sular Komisyonu Başkanı”

ÖZET

Sanayi devrimi ile birlikte 1850 li yıllarda fosil yakıt çağına giren insanoğlu, 20. yüzyılda önceki yıllara inat tükettiği enerjinin 10 katı enerji tüketerek, 21 yüzyılda da artan bir hızla tüketimini devam ettirmektedir. Gelişen teknolojilere bağlı olarak yaşamın her alanına giren enerji tüketimi; beraberinde konforu, gelişmişliği, savurganlığı, kolaylığı ve 24 saatlik bir zaman dilimi olan bir günü mümkün olduğu kadar uzun kullanmayı sağlayarak enerji gereksinimi kat be kat artmıştır.

Artan bu gereksinim enerji hammadde kaynakları üzerinde değişik senaryoların yazılmasını getirmiş ve bu senaryolar içerisinde hammaddeye, hammaddenin bulunduğu ülkeye, o ülkenin bulunduğu coğrafyaya, o coğrafyada yer alan tüm ülkelere rol ve/veya roller yüklemiştir.

Bu bağlamda özellikle hammadde rolü; odun ve tezek gibi ilksel yakıt, kömür, bitümlü şeyl, asfaltit, petrol ve doğal gaz gibi fosil yakıt, jeotermal, hidrolik, rüzgâr, güneş ve dalga gibi yenilenebilir, uranyum ve toryum gibi nükleer hammaddeler arasında dağıtılarak zamana ve zemine göre oynak bir şekilde sahneye konmaktadır.

Dünyada giderek artan enerji ihtiyacı, iklim değişikliği ve enerji güvenliği endişeleriyle birlikte enerji temininde yeni yaklaşımları beraberinde getirmektedir. Geleneksel fosil yakıtların yerine daha sürdürülebilir, verimli ve çevreci teknolojiler öne çıkmaktadır. Bu teknolojik gelişmelere bağlı olarak; Yenilenebilir enerji kaynaklarının genişletilmesi kapsamında Geliştirilmiş Jeotermal Sistemler (EGS), doğal olarak yeterince akışkan içermeyen sıcak yeraltı kayalarının ısı potansiyelinden yararlanmak için geliştirilen jeotermal enerji üretim teknolojisidir. Geleneksel jeotermal kaynakların sınırlı olduğu yerlerde uygulanabilirliği, 7/24 baz yük enerjisi sağlayabilmesi nedeni ile son yıllarda giderek artan uygulamalara olanak sağlamaktadır.

Tüm bunların sağlanabilmesi için uygulanan Geliştirilmiş Jeotermal Sistem aşamaları;

Genellikle 3-10 km arasında derin sondaj açılması,

Geçirgenlik zonu oluşturmak için Kayaç çatlatma,

Yer altına akışkan (su. v.b) enjekte edilmesi,

Isınan akışkanın başka bir kuyudan geri alınması,

Yüzeye çıkan sıcak akışkan/buharın türbinler vasıtasıyla elektrik üretiminden oluşmaktadır.

Yüksek potansiyeli, düşük karbon emisyonu, sürekli üretilebilmesi ve yerel bir enerji kaynağı olması gibi avantajlara sahip olan bu sistemlerin yüksek maliyet, verimlilik riski, sismik aktivite ve su yönetiminde aksamalar gibi dezavantajları da bulunmaktadır.

İlk uygulamalardan edinilen deneyimlerden hareketle geliştirilmiş jeotermal sistemler; yeni sondaj teknolojileri ve yapay zekâ destekli modellemeler ile daha verimli hale getirilebilecektir.

Karbondioksit miktarını dengede tutmayı veya azaltmayı hedefleyen ülkeler için stratejik bir enerji kaynağı olarak öngörülen bu sistem; potansiyel olarak, Ülkemiz başta olmak üzere dünya genelinde yüzlerce yıl yetecek kadar enerji sağlayabilme potansiyeli sunmaktadır.

Anahtar Kelimeler: enerji temini, sürdürülebilir kalkınma, jeotermal enerji, geliştirilmiş jeotermal sistemler, yeşil emperyalizm

GİRİŞ

Sanayi devrimi ile birlikte 1850 li yıllarda fosil yakıt çağına giren insanoğlu, 20. yüzyılda önceki yıllara inat tükettiği enerjinin 10 katı enerji tüketerek, 21 yüzyılda da artan bir hızla tüketimini devam ettirmektedir.

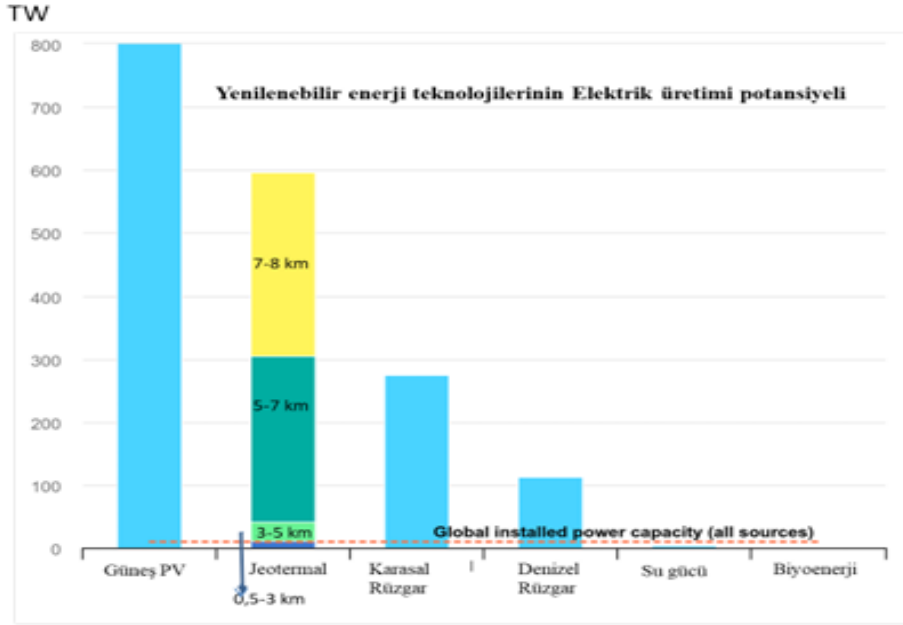
Gelişen teknolojilere bağlı olarak yaşamın her alanına giren enerji tüketimi; beraberinde konforu, gelişmişliği, savurganlığı, kolaylığı ve 24 saatlik bir zaman dilimi olan bir günü mümkün olduğu kadar uzun kullanmayı sağlayarak enerji gereksinimini kat be kat arttırmıştır.

Özellikle 20. yüzyılın sonlarından bu yana artan çevresel ve sosyal farkındalık, alternatif enerji kaynaklarına olan talebi daha da artırmıştır.

Alternatif kaynak olarak bilinen yenilenebilir enerji kaynakları ise:

Güneş, Rüzgâr, Biyokütle, Jeotermal, Hidroelektrik, Hidrojen ve Dalga Enerjisi olarak sıralanmaktadır.

Yenilenebilir enerji kaynaklarının elektrik üretim potansiyelleri Şekil 1’ de sunulmuştur.



Şekil 1. Yenilenebilir enerji teknolojilerinin elektrik üretim potansiyeli (IEA, 2024, world energy balance).

JEOTERMAL ENERJİ

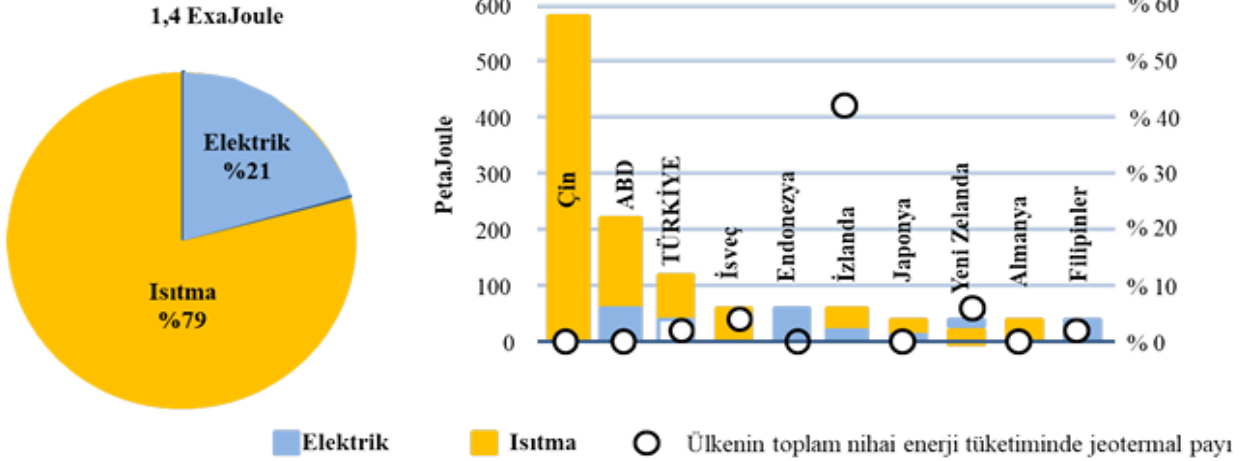
Jeolojik yapıya bağlı olarak yerkabuğu ısısının etkisiyle sıcaklığı sürekli olarak bölgesel atmosferik yıllık ortalama sıcaklığın üzerinde olan, çevresindeki sulara göre daha fazla miktarda erimiş madde ve gaz içerebilen, doğal olarak çıkan veya çıkarılan su, buhar ve gazlar ile yeraltına insan düzenlemeleri vasıtasıyla gönderilerek yerkabuğu veya kızgın kuru

kayaların ısısı ile ısıtılarak su, buhar ve gazların elde edildiği yerler, JEOTERMAL KAYNAK olarak tanımlanmaktadır.

Jeotermal enerji ise yer yüzeyinin altında ısı şeklinde depolanan enerjinin tamamıdır. Bildiğimiz üzere; Isı, dünyanın her yerinde yerkabuğunun derinlerinde doğal olarak mevcuttur. Günümüzde, 3 ila 10 km derinlikler için muazzam miktarda ısı enerjisi hesaplamaları yapılmaktadır. Her bakımdan, dünya yaşamını sürdürdüğü süreçte, bu ısı tükenmezdir (Şekil 1).

Son yıllardaki sektörel gelişmelere bağlı olarak jeotermal enerji üretim ve tüketimi dünya genelinde hızla artmaktadır. Ülkemiz ısıtma ve elektrik üretiminde dünya da üçüncü sırada yer almaktadır

Şekil2).



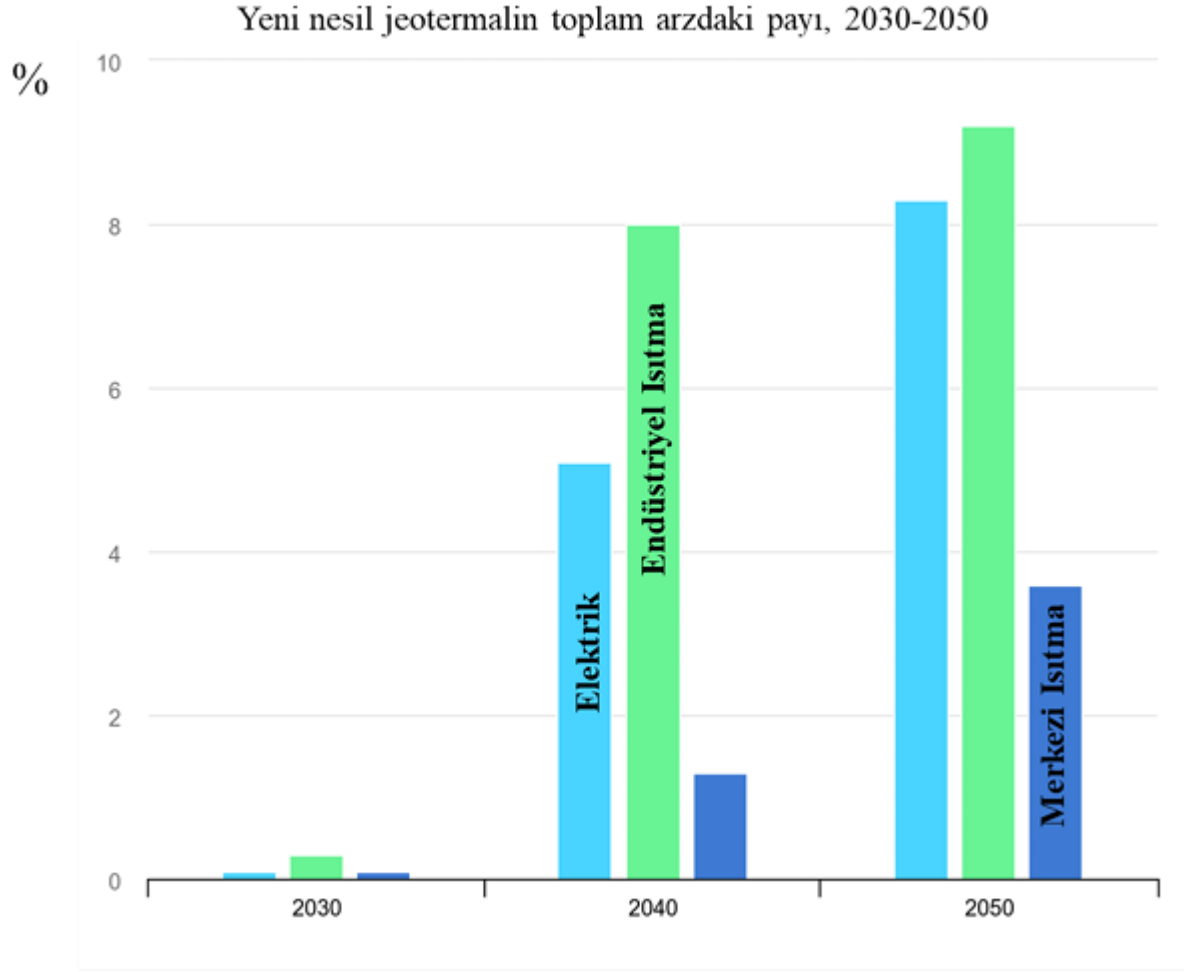
Şekil 2. Dünya genelinde uygulama alanlarına göre toplam nihai jeotermal enerji tüketimi (solda) ve en çok tüketen 10 ülke (sağda), 2023 (IEA, 2024, world energy balance).

Giderek artan enerji gereksinimi karşısında jeotermal enerjinin önümüzdeki yıllarda ulaşması beklenen hedefler ise Şekil 3 de sunulmuştur.

JEOTERMAL SİSTEMLER

Isıtıcı kaya, hazne kaya, jeotermal akışkan, örtü kaya ve beslenme unsurlarının birlikte oluşturdukları jeotermal sistemler:

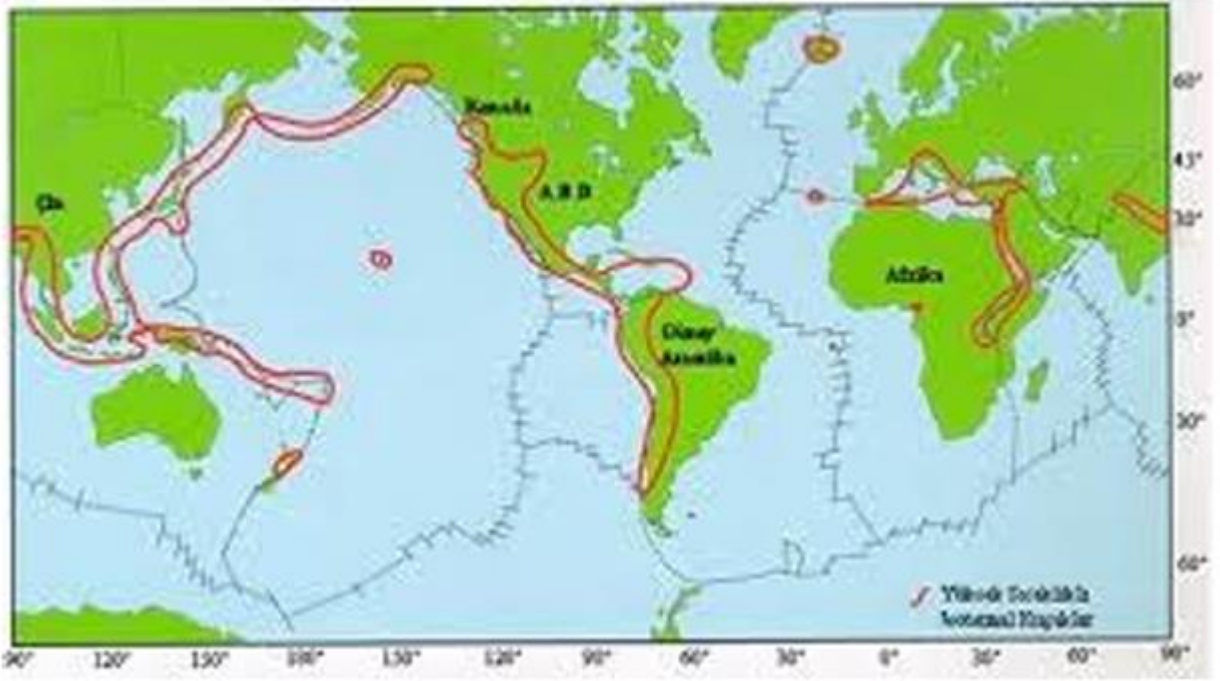
- Geleneksel Jeotermal Sistemler
- Geliştirilmiş Jeotermal Sistemler ve/veya Kapalı Devre Jeotermal Sistemler olarak sınıflandırılabilir.



Şekil 3. Jeotermal enerjinin 2030-2050 yıllarına yönelik toplam arzdaki payı (IEA, 2024, world energy balance).

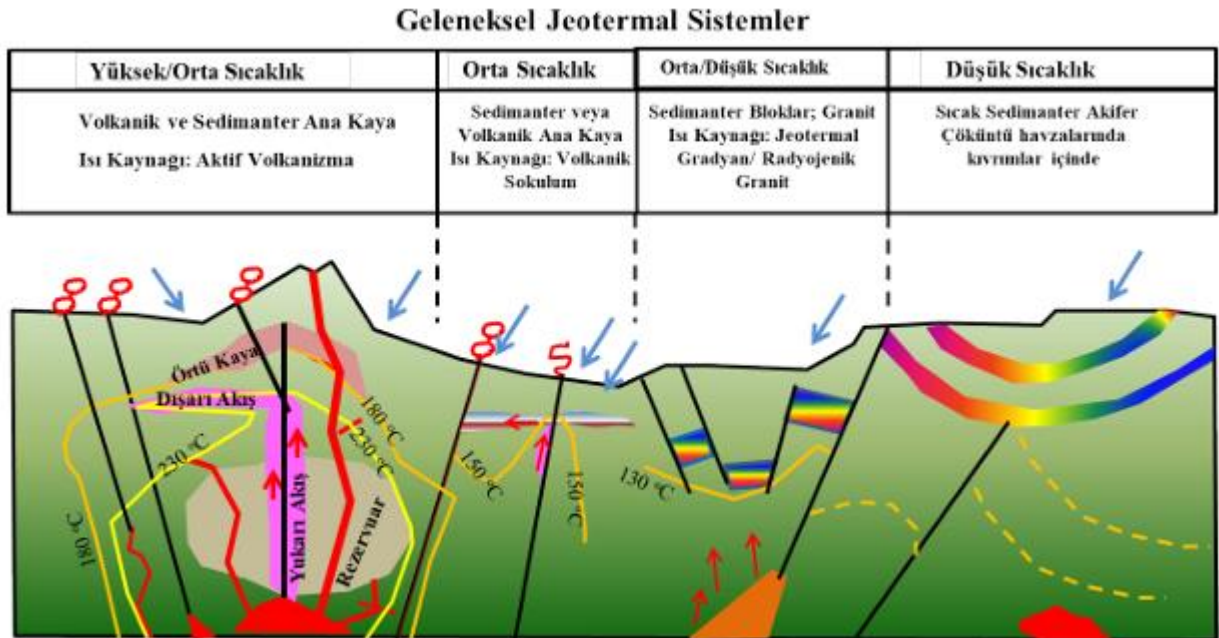
Geleneksel Jeotermal Sistemler

Yenilenebilir enerji türlerinden biri olan Jeotermal Enerji; volkanizma, dalma batma zonları ve derin kıtasal rift vadileri benzeri uygun jeolojik ve tektonik kuşaklara sahip olan ABD, Avrupa, Asya ve Türkiye gibi ülkeler tarafından giderek daha fazla ilgi görmektedir (Baba ve Ármannsson, 2006) (Şekil 4).



Şekil 4. Dünya Jeotermal Kaynak Kuşakları

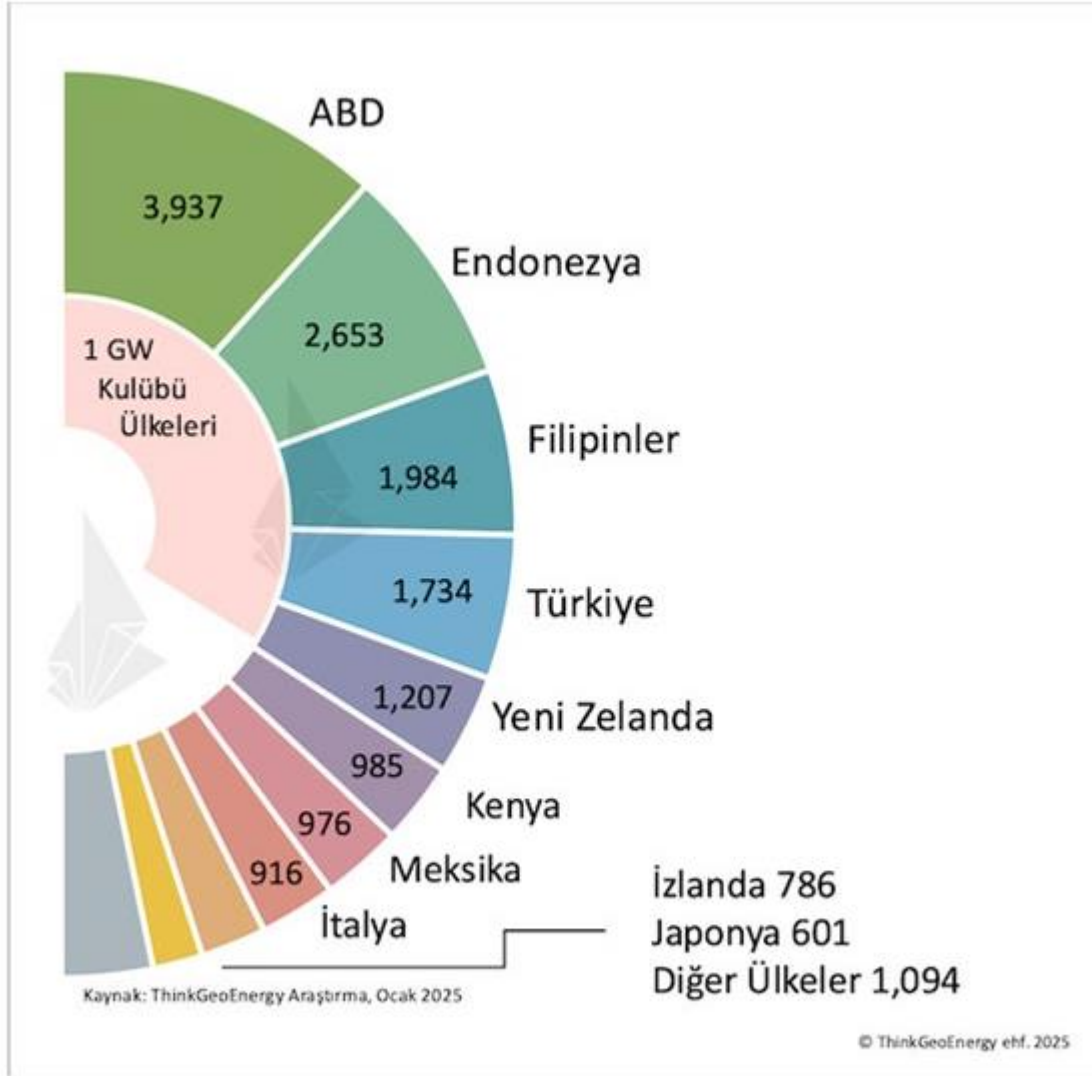
Yukarıda haritada verilen kuşaklar içerisinde bulunan ve sistemin tüm bileşenlerinin yer aldığı geleneksel jeotermal sistemlerin sıcaklıklarına göre sınıflandırılması şematik olarak şekil 5 de sunulmuştur.



Şekil 5. Geleneksel jeotermal sistemler ve oluşum ortamları

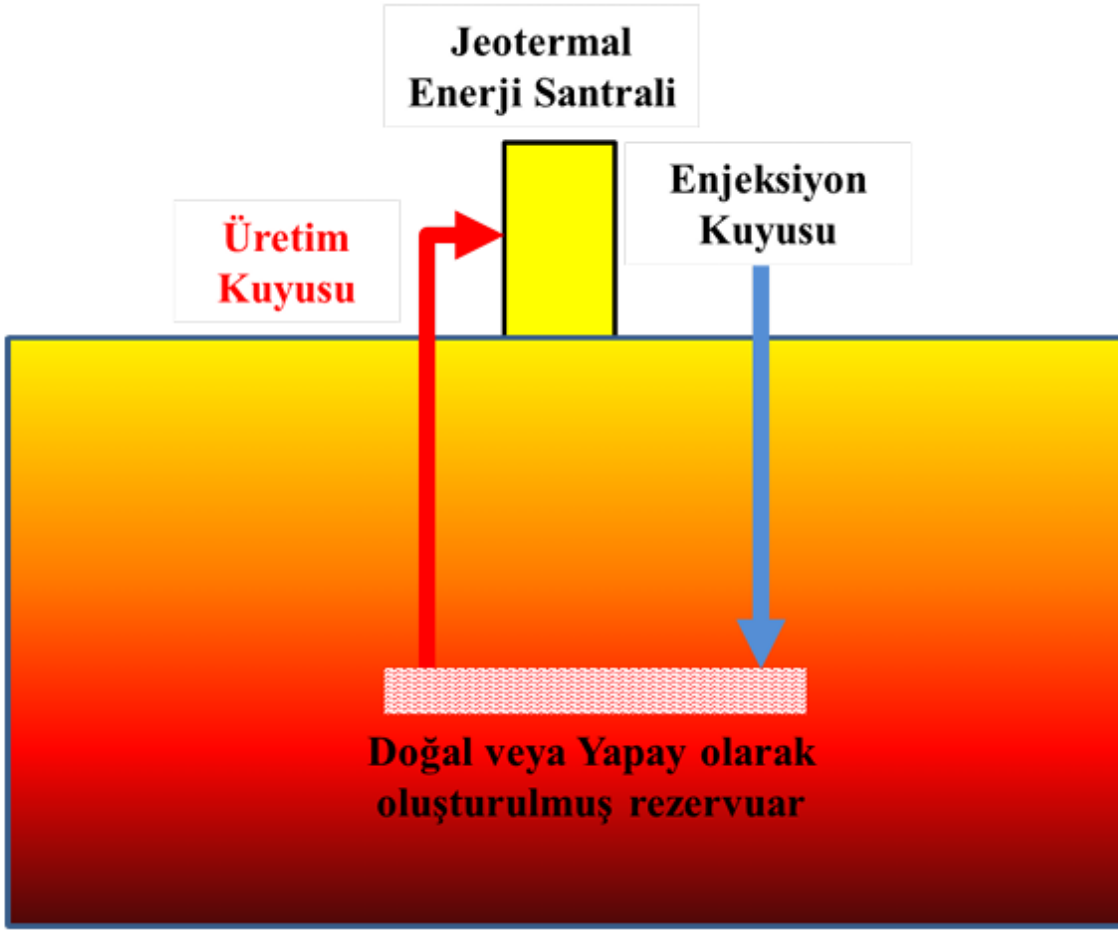
Geliştirilmiş Jeotermal Sistemler

Dünya jeotermal kaynaklı elektrik üretiminde 4.ncü sırada bulunduğumuz Jeotermal Enerji Üretim tekniklerindeki teknolojik gelişmelere bağlı olarak; Jeotermal enerji kaynaklarının genişletilmesi kapsamında **Geliştirilmiş Jeotermal Sistemler (GJS)**, gündeme gelmiştir (Şekil 6).



Şekil 6. Dünya jeotermal elektrik üretim sıralaması (ThinkGeoEnergy, 2025)

Doğal olarak yeterince akışkan içermeyen sıcak yeraltı kayalarının ısı potansiyelinden yararlanmak için geliştirilen bu teknoloji; geleneksel jeotermal kaynakların sınırlı olduğu yerlerde uygulanabilirliği, 7/24 baz yük enerjisi sağlayabilmesi nedeni ile son yıllarda giderek artan uygulamalara olanak sağlamaktadır (Şekil7).



Şekil 7. Geliştirilmiş Jeotermal Sistem (GJS) modeli

Nasıl çalışır:

Geleneksel jeotermal sistemler:

- ✓ Sıcak kaya
- ✓ Su
- ✓ Doğal kırıklar (geçirgenlik)

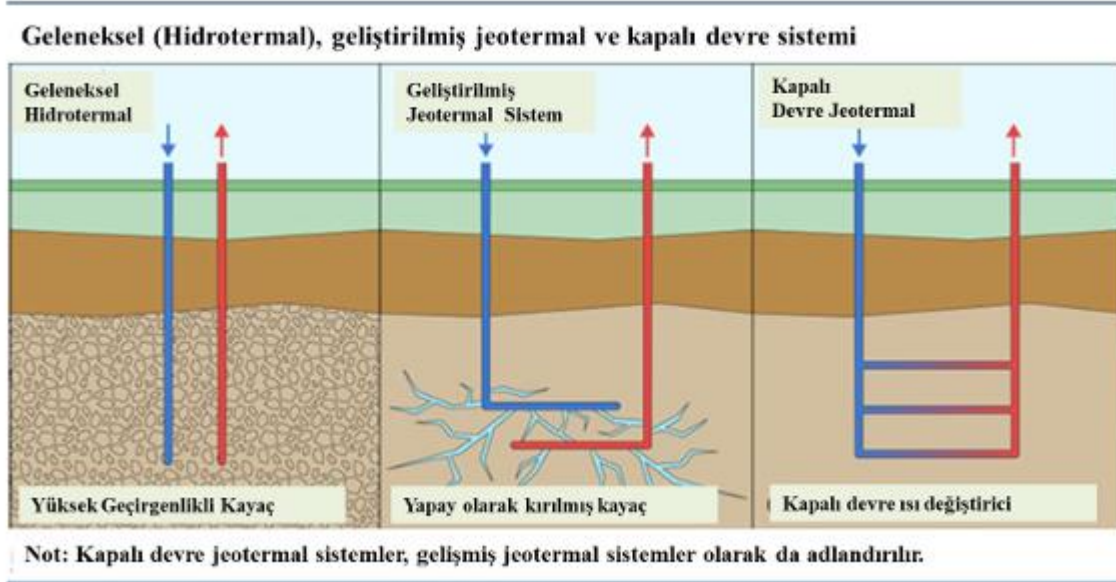
Ancak GJS şunlarla çalışır:

- Sıcak kaya ✓
- Su ✗
- Kırıklar ✗

GJS sistem oluşturulurken:

- Kızgın kuru kayaya derin kuyular açılır.
- Kayayı çatlatmak ve ikincil bir geçirgenlik yaratmak için yüksek basınçta su enjekte edilir (insan yapımı bir hidrotermal sistem gibi).
- Su daha sonra oluşturulan kırıklar boyunca dolaşır, kaya tarafından ısıtılır ve yüzeye geri pompalanır (Şekil 8).

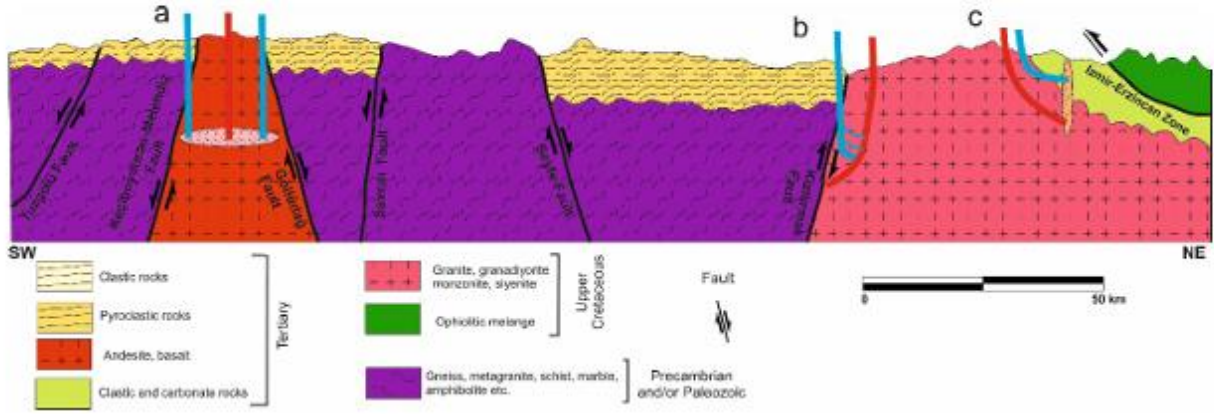
Yüzeyde, sıcak sudan elde edilen termal enerji elektrik üretmek veya doğrudan ısıtma uygulamaları için kullanılır.



Şekil 8. Geleneksel jeotermal sistemler ile geliştirilmiş jeotermal sistemlerin modellenmesi

Hidro çatlatma/ Hydrofracturing

- Hidro çatlatma tekniği GJS uygulamalarında kullanılan klasik bir yöntemdir.
- Bu yöntemde, granitteki birbirine bağlı kırık ağlarından bir ısı eşanjörü oluşturulur.
- Bu, granite bir sıvının enjekte edildiği Hidro çatlatma ile elde edilir.
- Esasen bu yöntem, daha sonra bir enjeksiyon ve üretim kuyusu ile birbirine bağlanan bir kırıklar ağının oluşturulmasını içerir.
- Çatlakların yatay yönde olması halinde iki kuyunun birbirine bağlanmasını sağlar ve sıvı kaybını en aza indirir.
- Bu yaklaşım, 1 mega watt kapasiteli bir pilot tesisin inşa edildiği Fransa'daki Soultz GJS projesinde uygulanmıştır (Şekil 9 a).
- Bu tekniğin bir dezavantajı, su ve kaya arasındaki etkileşimler nedeniyle akışkanın olası aşırı doygunluğudur, bu da çatlaklarda ikincil minerallerin çökmesine (hidrotermal alterasyon) ve akışkan akışında bir azalmaya yol açabilir (Herbert vd., 2011).



Şekil 9. Geliştirilmiş jeotermal sistem modelleri (a. Hidro çatlatma, b. Çevrim teknolojisi, c. Kayma veya yırtılma zonu)

Loop teknolojisi (Çevrim Teknolojisi)/ Loop technology

- Loop teknolojisini kullanmak için granitte bir kırık ağı oluşturmak gerekli değildir.
- Bu yöntemde yönlü sondaj kullanılır ve enjeksiyon kuyusu üretim kuyusuyla birleşen birkaç yola ayrılarak kapalı bir döngü sistemi oluşturur.
- EAVOR (Ever) teknolojisi (Almanya) bu yaklaşımın mükemmel bir örneğidir (Şekil 9 b).
- Bu tekniğin dikkate değer bir avantajı, dolaşımdaki sıvının sıcak kayadan ayrı kalması ve su ile kaya arasındaki kimyasal etkileşimleri etkili bir şekilde önlemesidir (Chandrasekharam vd., 2022). Herhangi bir alterasyon yok.

Kayma veya yırtılma zonu/ Share zone

- Kayma zonu yönteminde sıvı, alttaki granit ile üstteki kireçtaşı (rezervuar özelliklerine sahip) arasına enjekte edilir.
- Bu tekniğin amacı alttaki granitteki enerjiyi kullanmaktır.
- Bu yöntem halihazırda Cornwall, Birleşik Krallık'taki GJS projesinin bir parçası olarak kullanılmış ve başarılı sonuçlar elde edilmiştir (Paulillo vd., 2018).
- Cornwall GJS projesinde enjeksiyon ve üretim kuyuları arasındaki mesafe yaklaşık 2 km'dir (Şekil 9 c).
- Bu veriler göz önüne alındığında, Orta Anadolu'daki kayma zonlarında "kayma zonu yöntemi"nin uygulanması umut verici görünmektedir.

Bütün bu teknolojik gelişmelerle oluşturulan bir GJS rezervuarının işletim amacı; tesisin tasarlandığı faydalı ömür boyunca sıcak akışkan çıkış oranını uygun bir seviyede tutmak olmalıdır.

GJS teknolojisinde finansal uygulanabilirliğin anahtarı ise pahalı onarımlara (planlanmamış ek kuyuların açılması gibi) gerek kalmadan uzun süreler boyunca enerji üretebilmesidir.

Bu bağlamda;

Rezervuarın oluşturulması aşamasında, özellikle akışkanın enjeksiyon kuyularından üretim kuyularına verimli bir şekilde akabilmesi için gereken permeabiliteyi oluşturmak üzere gerçekleştirilen (kimyasal veya çatlatma) hidrolik stimülasyon şüphesiz bu sürecin en kritik aşamasıdır.

Tesisin işletme parametrelerini ve dolayısıyla bir projenin başarılı mı yoksa başarısız mı olacağını belirleyen şey budur.

Hidrolik stimülasyon akışkanları için yoğun akışkanlar kullanarak

* Yeraltı sirkülasyon yollarını artırmak ve iyileştirmek;

* Bu yolların geçirgenliğini ve

* Kütle akış oranı ile ısı çekme oranını iyileştirmek mümkündür.

Geliştirilmiş Jeotermal Sistemlerde Sismisite

Çeşitli GJS uyarılarından elde edilen sismik verilerin analizinin, sıvı enjeksiyonu ile her bir sahadaki maksimum gözlemlenen büyüklükle temsil edilen sismik tepki arasında net bir ilişki olduğunu göstermesi de dikkat çekicidir.

Reenjeksiyon kuyularından, hidrolik kırma işlemlerinden ve bilimsel sondaj projelerinden elde edilen verilerle karşılaştırıldığında, GJS sahalarına enjekte edilen sıvının bir fonksiyonu olarak sismik olayların maksimum büyüklüğü gözlemlenmiştir.

Gözlenen maksimum büyüklüğün, enjekte edilen sıvı hacminin artmasıyla arttığı açıktır. Ayrıca, günümüzde 2 ila 5 km derinlikte geliştirilen GJS rezervuarları, kaydedilen olay sayısı veya maksimum büyüklük ile rezervuar derinliği arasında bir ilişki göstermemektedir.

Ancak; rezervuar derinliği, enjeksiyon basıncı ve kabuk gerilme durumuyla bağlantılı olduğunda göz önünde tutulmalıdır.

Geliştirilmiş Jeotermal Sistemlerde Alternatif Akışkan Olarak CO₂ Kullanımı

GJS tipi jeotermal santrallerde alternatif akışkan olarak kullanılması düşünülen CO₂ ve suyun karşılaştırılması Tablo 1 de sunulmuştur

Tablo 1. Jeotermal akışkan olarak Su-CO₂ korelasyonu

Akışkan Özellikleri	CO ₂	H ₂ O
Kimyasal	iyonik çözünme, mineral çözünmesi/çökmesi problemi yok	iyonik çözünme, mineral çözünmesi/çökmesi ciddi bir problemdir
Kuyulardaki Akışkan Dolaşımı	yüksek sıkıştırılabilirlik ve genleşebilirlik	düşük sıkıştırılabilirlik ve orta genleşebilirlik
Jeotermal Rezervuardaki Akış Kolaylığı	Düşük viskozite ve yoğunluk	Yüksek viskozite ve yoğunluk
Isı İletimi	düşük özgül ısı seviyesi	Yüksek özgül ısı seviyesi
Akışkan Kayıpları	CO ₂ 'nin faydalı bir şekilde depolanmasına yol açabilir	jeotermal rezervuarların geliştirilmesinin önünde bir engel. Maliyet Yüksek

Karbondiyoksit (CO₂) akışkan olarak kullanımıyla ilgili olarak; düşük basınçlarda, suya alternatif olarak verimsiz kabul edilirken, orta ve yüksek basınçlarda çok daha verimli olduğu düşünülmektedir.

Isı çekme oranının suya göre %50 daha yüksek olması nedeni ile CO₂'nin düşük sıcaklıklarda daha verimli bir akışkan olduğu düşünülmektedir.

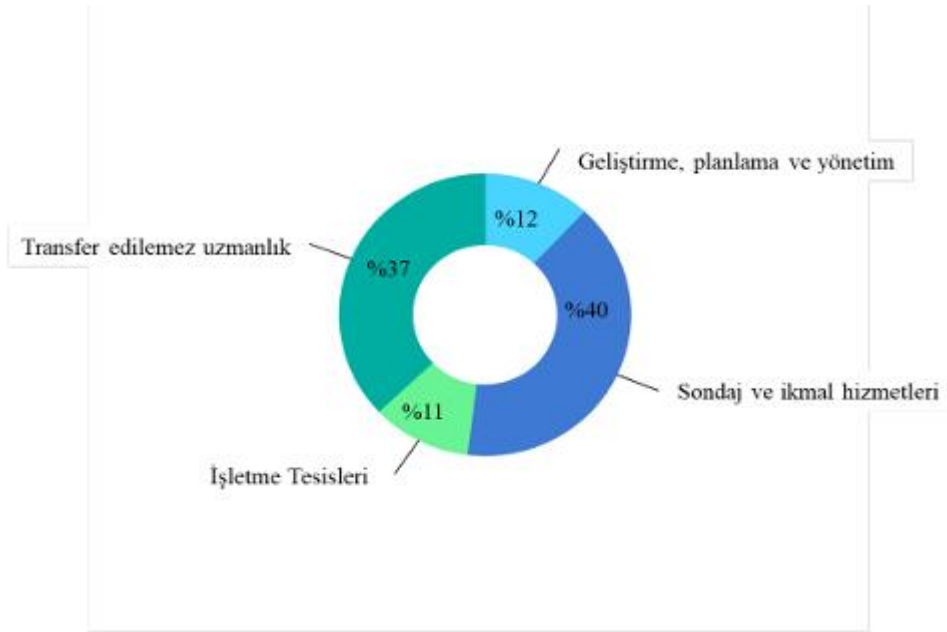
Dahası, CO₂ bir iyonik çözünme ürünü değildir, bu nedenle önemli çözünme/çökme sorunlarına yol açmaz.

Terkedilmiş Petrol Kuyularında Jeotermal Sistem Geliştirilmesi

Son yıllarda gerek ülkemizde gerekse dünyada terkedilmiş petrol Kuyularının jeotermal kaynak olarak kullanılabilirliği tartışılmaktadır. Yapılan bir araştırmaya göre Güneydoğu Anadolu Bölgesinde; 2756 araştırma, 1840 üretim, 966 kesin bilgisi olmayan kuyu olmak üzere toplam 5536 petrol kuyusu açılmıştır. Bunlardan 1500 ü üzerinde yapılan incelemeler sonucunda 405 kuyunun jeotermal kaynak olarak kullanılabilirliği saptanmıştır.

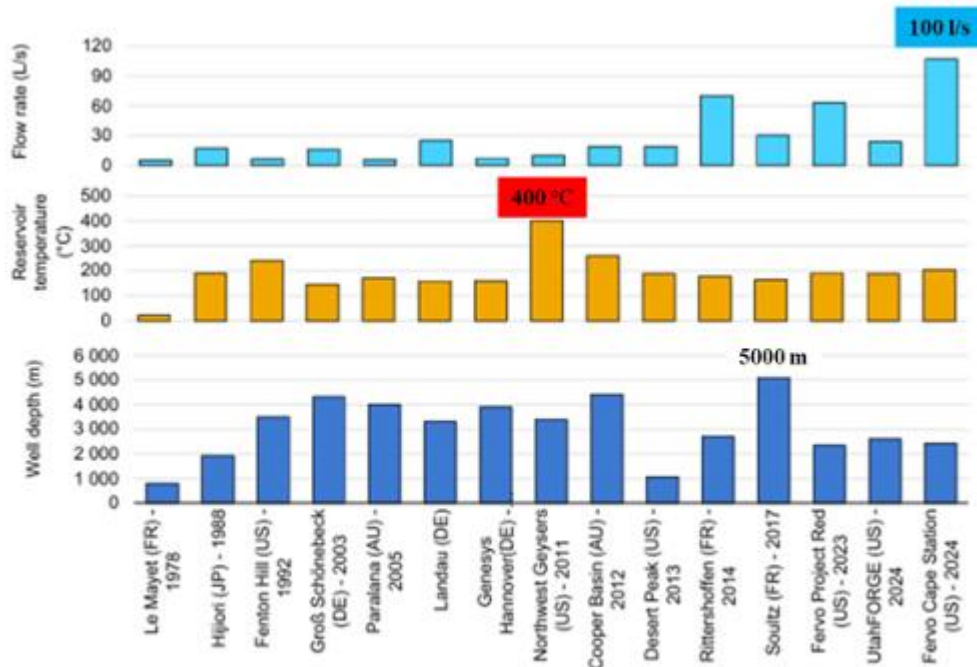
Petrol ve gaz endüstrisinin becerileri ve uzmanlığıyla örtüşen geleneksel bir jeotermal projeye yapılan yatırımda yer alan unsurların dağılımı Şekil 9 da sunulmuştur.

Bu bağlamda uzmanlık hariç %63 oranında tüm bileşenler büyük ölçüde benzerlik sunmaktadır.



Şekil 9. Petrol ve Gaz ile Geliştirilmiş Jeotermal Sistem Teknolojilerinde bulunan ortak unsurların dağılım yüzdeleri.

Bu bilgiler ışığında dünya genelinde son yıllarda yapılan geliştirilmiş jeotermal sistem uygulama örneklerinde Amerika Birleşik Devletlerinde bulunan Fervo Cape sahasında 100lt/sn debi, Northwest Gayser sahasında 400 °C sıcaklık ve Fransa Soultz sahasında 5000 m derinlik değerleri ile maksimum seviyelere ulaşılmıştır (Şekil 10).



Şekil 10. Geliştirilmiş Jeotermal sistem uygulama örnekleri

Geliştirilmiş Jeotermal Sistem Uygulamaları ve Çıkarımları

GJS uygulamaları kapsamında enerjinin yanı sıra modern üretim ve kullanım alanları:

Yeşil Hidrojen Üretimi

Yeşil Amonyak Üretimi

Veri merkezleri

Lityum Madenciliği

Karbon Yakalama ve Depolama (CCS) olarak öne çıkmaktadır.

Bu kapsamda ele alındığında Uluslararası Enerji Ajansı 2024 raporuna göre; Jeotermal sektörü bugün yaklaşık 145.000 kişiye istihdam sağlamaktadır ve bu on yılın sonunda altı kattan fazla artarak 1 milyona ulaşabilecektir.

Bu artışla birlikte deneyim ve beceri açığı riski büyüyecektir. Bilindiği üzere günümüzde jeotermal sektöründe çalışan birçok kişi petrol ve gaz sektöründen gelmektedir. Ancak gelecekteki jeotermal gelişmeler, nitelikli ve uygun büyüklükte bir iş gücüne bağlı olacaktır.

Son yıllarda birçok gelişmiş ekonomide geleneksel olarak fosil yakıt endüstrisiyle ilişkilendirilen lisans programlarına kayıtlar düşmüştür ve bu durum jeotermal gelişmeler üzerinde dolaylı etkilere yol açabilir. Üniversite dereceleri, çıraklık programları, eğitim programları ve bölgesel ve uluslararası mükemmellik merkezleri için daha fazla desteğe ihtiyaç duyulmaktadır.

Daha temiz ve daha güvenli bir enerji geleceğine katkıda bulunmak için GJS;

- Teknoloji,
- Sondaj,
- Tahrik (stimülasyon) ve
- Rezervuar karakterizasyonundaki yeniliklerin etkisiyle önemli ölçüde ilerlemeler kaydetmiştir.

Bu gelişmeler doğrultusunda GJS lerde asıl mesele; bir teknoloji setini diğeriyle değiştirmek değil, enerji sistemlerimizi kökten yeniden düşünmek ve sürdürülemez uygulamaları yönlendiren temeldeki sosyal, ekonomik ve politik yapıları ele almaktır.

GJS, bu geçişin değerli bir parçası olabilir, ancak bunun için, sınırlamalarının açıkça anlaşılması ve herkes için adil ve sürdürülebilir bir gelecek taahhüdüyle, sorumlu bir şekilde geliştirilip uygulanması gerekir.

İleriye giden yol; sürekli iyileştirmeye, şeffaflığa, kamuoyu katılımına ve gerçek sürdürülebilirliği engelleyen sistemsel zorlukların ele alınmasına odaklanmayı gerektirir.

Jeotermal Akışkanlardan kritik minerallerin çıkarılması ve GJS, "yeşil emperyalizmin" sürdürülebilmesi ve mevcut eşitsizliklerin daha da kötüleşmesini önlemek için ele alınması gereken çevresel ve sosyal endişeleri gündeme getirmektedir.

Sonuçlar

Yukarıda verilen bilgiler ışığında yasal süreçlere bağlı olarak; yeni bir jeotermal projeyi devreye almanın on yıla kadar sürebileceğinden hareketle yüksek çevre standartlarını korurken proje geliştirmeyi basitleştirmek için yeni bir yaklaşım ve çabanın gerek şart olarak kabul edilmesi gerekmektedir. Bunun için, ilgili idari süreçler birleştirilerek ve hızlandırılarak izin süreçleri basitleştirebilir.

Ayrıca, maden madenciliğinden ayrı, özel jeotermal izin süreçleri de değerlendirilebilir.

Jeotermal projelerinin sorumlu bir şekilde geliştirilmesi için güçlü çevre standartlarını uygulayan politikalar ve düzenlemeler kritik öneme sahiptir.

Tüm bu bilgiler ışığında aceleci bir süreç yerine, düzenli bir sürece ihtiyaç vardır. Gelecekteki araştırma ve geliştirme çalışmaları;

- ekonomik ve sosyal engelleri aşma çabalarının yanı sıra, yapay zeka entegrasyonu,
- alternatif çalışma akışkanları ve
- mineral ortak üretimi gibi teknolojik gelişmelere odaklanmalıdır.

Bu bağlamda Ülkemizin diğer yeraltı kaynakları ve/veya zenginlikleri dahil olmak üzere

Geliştirilmiş jeotermal sistemler özelinden hareketle enerji kaynaklarımızın tümü kamusal bir anlayışla ele alınmalıdır.

YARARLANILAN KAYNAKLAR

Baba A, Chandrasekharam D. Geothermal resources for sustainable development: case study: Turkey. Int J Energy Res. 2022. <https://doi.org/10.1002/er.7778>.

Béatrice A. Ledéserf and Ronan L. Hébert., 2011. The Soultz-sous-Forêts' Enhanced Geothermal System: A Granitic Basement Used as a Heat Exchanger to Produce Electricity.

Caria, C., 2024. The global geothermal power generation capacity reached 16,873 MW at the end of 2024. Innovative tech and new projects promise further expansion in 2025. ThinkGeoEnergy, 2025 Report.

Chandrasekharam, D., Baba, A., Ayzit, T., 2022. Geothermal potential of granites: a case study (Kaymaz and Sivrihisar-Eskişehir Region) Westwrn Anatolia. Renewable Energy, Vol.196.p. 870-882.Elsevier.

Paulillo, A., Coton, L., Law, R., Striola, A., Lettieri, P., 2018. Geothermal energy in the UK:

The life-cycle environmental impacts of electricity production from the United Downs

Deep Geothermal Power Project. *Journal of Cleaner Production*. Volume 249, 10

March 2020, 119410

World energy balance, IEA, 2024 Raporu.

Jeotermal Sahalarda Re-Enjeksiyon, Rezervuar Koruma ve Çevre Kirliliği Çalışmalarında Jeofiziksel Yöntemlerle Yaklaşım

Dr. Ahmet Üçer

Jeofizik Yüksek Mühendisi

ucer67@gmail.com

Özet

Jeotermal kaynaklar, sıcaklıkları bölgesel atmosferik ortalama sıcaklığın üzerinde bulunan ve normal yeraltı ile yer üstü sularına göre daha fazla erimiş mineral, çeşitli tuzlar ve gazlar içerebilen su, buhar ve gazlar olarak tanımlanmaktadır. Jeotermal enerji, bu kaynaklardan doğrudan veya dolaylı olarak üretilmektedir. Ayrıca herhangi bir akışkan içermeyen, ancak belirli yöntemlerle yer altı ısısından yararlanılarak elde edilen jeotermal enerji kaynakları da bulunmaktadır. Buna "kızgın kuru kaya sistemi" denilmektedir.

Jeotermal enerji süreçleri dört ana başlık altında ele alınabilir:

1. **Arama:** Bu aşamada jeolojik, jeofizik ve sondajlı arama yöntemleri uygulanır.
2. **İşletme:** Jeotermal akışkanın sıcaklığı ve mineral içeriğine bağlı olarak kullanım alanları belirlenir.
3. **Sürdürülebilirlik:** Sahanın potansiyeli belirlenerek kullanılan jeotermal suyun tekrar yer altı sistemine re-enjekte edilmesi sağlanır. Re-enjekte edilen akışkanın izlediği yollar ve sisteme ulaşma süreleri analiz edilir. Sistemin ısısını koruma ve besleme çalışmaları gerçekleştirilir.
4. **Çevre:** Jeotermal akışkanların ve gazların yer altına ve atmosfere olan etkileri incelenerek bu etkilerin en aza indirgenmesi için önlemler alınır.

Bu çalışmada, dünyada ve Türkiye’de yapılan monitoring (izleme) çalışmalarından bazı jeofizik yöntemler (Gravite, Doğal Potansiyel ve Sismolojik) kullanılarak üretim ve re-enjeksiyon süreçlerinde oluşan değişimler değerlendirilmiştir. Türkiye’de uygulanan sismolojik izleme çalışmaları, önceden elde edilen CSAMT elektromanyetik verileri ile karşılaştırılarak analiz edilmiştir.

- **Gravite yöntemi:** Rezervuar izleme çalışmalarında, üretim ve re-enjeksiyon sahalarında meydana gelen kütle kayıpları ve artışlarını belirlemeye yönelik duyarlı bir yöntemdir.
- **Doğal potansiyel yöntemi:** Re-enjeksiyon sırasında saha dışında seçilen bir referans noktasına göre potansiyel düşüş eğilimi gösterirken, üretim sahasında potansiyel verileri artış eğilimi göstermektedir.
- **Sismolojik çalışmalar:** Mikro sismik aktiviteleri izleyerek, yeniden enjekte edilen akışkanın izlediği yolların belirlenmesi amaçlanmaktadır. Sisteme dışarıdan daha soğuk bir akışkan enjekte edildiğinde mikro çatlaklar meydana gelir ve bu durum mikro depremlerin oluşmasına neden olur.

Jeotermal sahaların ruhsatlandırılması bilimsel verilere göre yapılmalıdır. Türkiye’de birçok jeotermal ruhsat, bilimsel ölçütler göz önüne alınmadan verilmiştir. Bu nedenle, jeotermal sahaların

ruhsatlandırılmasından önce detaylı jeolojik ve jeofizik çalışmalar yapılmalıdır. Üretim ve koruma alanlarının belirlenmesi, jeolojik, jeofizik ve sondaj çalışmalarının tamamlanmasının ardından yapılmalıdır. Türkiye'deki mevcut ruhsatlar, bu bilimsel ölçütlere uygun olarak düzenlenmemiştir.

Birçok jeotermal ruhsat, farklı firmalar tarafından işletilmesine rağmen aynı rezervuarı paylaşmaktadır. Aynı şekilde, re-enjekte edilen sular da ruhsat sahibinin alanı dışındaki farklı bölgelere yönlenebilmektedir.

Jeotermal kaynak işletme sürecinin hem öncesinde hem de sonrasında, sürdürülebilir bir jeotermal sistem için jeofizik ve rezervuar mühendisliği teknikleriyle sürekli izleme (monitoring) çalışmaları yapılmalıdır. Ayrıca, yer altı mineralli su kirliliğinin izlenmesi ve tarımsal alanlardaki kirliliğin tespit edilmesi amacıyla jeofizik ve jeokimyasal yöntemler kullanılmalıdır. Sonuç olarak, jeotermal kaynakların korunması için ruhsat bazlı değil, havza bazlı yönetim stratejileri geliştirilmelidir.

6.OTURUM: MADEN

Türkiye Madencilik Sektörü İçin Bir Politika Çerçevesi

Dr. Nejat TAMZOK

Öz

İnsanoğlunun en eski uğraş alanlarından biri olan madencilik faaliyetleri, geçmişte olduğu gibi günümüzde de tüm yerkürede sürdürülmektedir. Bugün, sınırları içerisinde mineral kaynağı bulunup da madencilik faaliyeti yürütmeyen herhangi bir ülke Dünya üzerinde neredeyse yoktur.

Gelişmiş ya da gelişmekte olan pek çok ülkede zenginlik yaratmaya devam eden madencilik endüstrisinin tarihinde insan yaşamı, çevre ve elde edilen gelirin paylaşımına ilişkin sayısız olumsuz örnek bulunmaktadır. Madencilik faaliyetlerinin yoğun olarak yapıldığı Türkiye’de de bu faaliyetlerin neden olduğu çevre sorunlarına ya da ölümlü kazalara sıklıkla rastlanılmaktadır.

Bununla beraber, doğru planlanıp yönetildiğinde ve doğru değer ve ilkelerden yola çıkılarak belirlenecek çalışma kurallarına uyulması durumunda, madencilik endüstrisinin sürdürülebilir kalkınma hedefleri doğrultusunda önemli bir işlev görmesi mümkündür. Dolayısıyla, bu amaca yönelik bir politika çerçevesinin geliştirilmesi ve endüstrideki tüm yasal düzenlemeler ile uygulamaların bu çerçeveye uygun olmasının sağlanması önemli görülmektedir. Bu çalışmada, temel insani, ahlaki ve bilimsel ilkelerden yola çıkılarak Türkiye madencilik endüstrisi için genel bir politika çerçevesi tanımlanmaktadır.

Anahtar kelimeler: *Türkiye madencilik sektörü, madencilik politikası, madencilik politika çerçevesi, maden hukuku*

Abstract

Mining activities, which is one of the oldest field of activities of human beings are being carried out all over the world today as it was in the past. Today, any country that has mineral resources within its borders but does not carry out mining activities almost doesn't exist on Earth.

There are countless negative examples in terms of human life, environment and sharing of generated income in the history of mining industry, which continues to create wealth in many developed or developing countries. Environmental problems or fatal accidents caused by these activities are frequently encountered in Turkey, where mining activities are carried out intensely.

However, it is possible for the mining industry to play an important role in line with the sustainable development goals if it is properly planned and managed, and working rules to be determined based on the correct values and principles are followed. Therefore, it is important to develop a policy framework for this purpose and to ensure that all legal regulations and practices in the industry comply with this framework. In this study, a general policy framework for Turkish mining industry is defined based on basic human, moral and scientific principles.

Keywords: *Turkey's mining sector, mining policy, mining policy framework, mining law*

GİRİŞ

İnsanoğlunun en eski uğraş alanlarından biri olan madencilik, tarih boyunca uygarlıkları şekillendiren temel sektörler arasında olmuştur. İnsanlığın gelişme çağları, tarihçiler tarafından, taş, bronz ya da demir gibi madencilik terimleriyle adlandırılmıştır. İçinde bulunduğumuz çağda da, modern uygarlığın kullandığı temel hammaddeyi sağlamakta olan madencilik faaliyetleri olmaksızın insan yaşamının -en azından bugün olduğu biçimiyle- sürdürülebilmesi olası değildir. Bugün, kullandığımız arabalardan içinde yaşadığımız evlere, bilgisayarlardan cep telefonlarına kadar modern insan için vazgeçilmez olan hemen her şey madencilik etkinlikleri sonucunda elde edilen madenler sayesinde varlık kazanabilmektedir. Bu bakımdan, madencilik sektörü, dün olduğu gibi gelecekte de, insanoğlu için vazgeçilmez konumunu sürdürecektir.

Günümüzde, Dünya üzerindeki 200'e yakın ülkeden 165'inde madencilik üretimi yapılmaktadır. Bunlardan 85'inde demir ve demir alaşımları, 95'inde demir dışı metaller, 87'sinde altın ya da gümüş gibi değerli metaller, 135'inde endüstriyel hammaddeler ve 118'inde ise enerji hammaddeleri üretilmektedir. 2017 yılı itibarıyla küresel madencilik üretiminin parasal karşılığı enerji hammaddeleri dâhil edildiğinde 3,6 trilyon ABD Doları⁷ ve dâhil edilmediğinde ise 886 milyar ABD Doları düzeyindedir (BMNT, 2019). Aynı yılda küresel Gayri Safi Yurtiçi Hâsıla büyüklüğünün yaklaşık 80 trilyon ABD Doları seviyesinde olduğu dikkate alındığında, madencilik faaliyetlerinin küresel

⁷ Elmas üretimi hariç.

ekonomi içerisindeki ağırlığı açıkça görülmektedir.

Bugünün gelişmiş pek çok ülkesindeki zenginliğin arka planını oluşturan madencilik endüstrisi günümüzde de gelişmiş ya da gelişmekte olan pek çok ülkede zenginlik yaratmaya devam etmektedir. Bununla beraber, madencilik endüstrisinin bugüne kadar olan sicilinin çok da parlak olduğunu söyleyebilmek mümkün değildir. İnsan yaşamı, çevre ve elde edilen gelirin paylaşımı söz konusu olduğunda madencilik endüstrisinin tarihinde sayısız olumsuz örnek bulunmaktadır. Bu endüstri, tarihte sayısız defalar, insanın sömürülmesinin, çevre ve ekosistemlerin katledilmesinin ve giderek sıcak savaşlara varan çatışmaların bir aracı olarak işlev görmüş, kan ve gözyaşına neden olmuştur. Söz konusu olumsuzlukların tümüyle geçmişte kaldığını söyleyebilmek ise mümkün değildir.

Ancak, bugün artık insanoğlunun elinde, geçmişin tüm olumsuz örneklerinden süzülerek oluşturulmuş son derece kapsamlı kurumsal ve akademik bir birikim bulunmaktadır. Söz konusu birikim, insani, toplumsal, ekonomik ya da çevresel bakımdan doğru çalışma yöntemlerini belirleyebilmek, iş sağlığı ve güvenliği, çevre ya da çalışma koşulları gibi alanlarda uyulması gereken standartları oluşturmak bakımından madencilik endüstrisine en doğru yolu gösterebilecek niteliktedir. Bu birikim, endüstrideki teknoloji ve inovasyonun günümüzde ulaştığı düzeyle birlikte değerlendirildiğinde, madencilik faaliyetlerinde artık “sıfır kaza” ya da “çevreye en az zarar” hedeflerine ulaşabilmek hiç de zor olmamaktadır.

Türkiye’de ise madencilik sektörünün neden olduğu çevre katliamlarına ya da ölümlü kazalara sıklıkla rastlanılmakta ve ancak insan yaşamına hiçbir değerin verilmemesi ya da para kazanma uğruna tüm kuralların göz ardı edilebilmesi halinde görülebilecek 301 kişinin yaşamını yitirdiği Soma Faciası (Tamzok, 2014) benzeri olaylar her an karşımıza çıkabilmektedir. Bununla beraber, doğru planlanıp yönetildiğinde ve doğru değer ve ilkelerden yola çıkılarak belirlenecek çalışma kurallarına uyulması durumunda madencilik endüstrisinin sürdürülebilir kalkınma hedefleri doğrultusunda önemli bir işlev görmesi mümkündür. Dolayısıyla, bu amaca yönelik bir politika çerçevesinin geliştirilmesi ve endüstrideki tüm yasal düzenlemeler ile uygulamaların bu çerçeveye uygun olmasının sağlanması önemli görülmektedir. Bu çalışmada, temel insani, ahlaki ve bilimsel ilkelerden yola çıkılarak Türkiye madencilik endüstrisi için genel bir politika çerçevesi tanımlanmaktadır.

1. MADENCİLİK ENDÜSTRİNİN TEMEL ÖZELLİKLERİ VE AYRI BİR YASA İLE DÜZENLENMESİ GEREĞİNİN NEDENLERİ

En genel tanımı ile madencilik, yer kabuğundan minerallerin⁸ elde edilmesi işlemidir (Hartman, 1987: 2-3). Arama faaliyetleri ile başlayan, cevher üretimi ve zenginleştirilmesi ile devam eden, çalışılan yerlerin kapatılması ve çevre düzenlemesi ile son bulan bir süreçler bütünüdür (Cummins ve Given, 1973: 4.30).

Madencilik sektörünü, diğer ekonomik sektörlerden farklı kılan ve bu sektörün tek başına ayrı bir faaliyet alanı şeklinde düzenlenmesini gerektiren temel özellikleri bulunmaktadır (Bastida, 2002a: 1.6). Her şeyden önce, mineral kaynakları tükenebilir kaynaklardır. Bu endüstrideki üretim öncesi faaliyetler diğer sektörlerle nazaran çok daha uzun süreli, kapsamlı, zorlu ve maliyetlidir. Yerkabuğunun derinliklerinde bulunan cevher oluşumları belirsizlikler içerir. Bu nedenle, madencilik yatırımlarında arama maliyetleri son derece yüksek olup, büyük risk taşır. Birçok durumda, katlanılan yüksek arama maliyetlerine karşın, ekonomik olarak işletilebilecek bir mineral varlığının belirlenememe olasılığı söz konusudur.

Madencilik süreçlerinin her aşamasında risk unsuru mevcuttur. Arama riski yanında, pek çok cevher için fiyat dalgalanmaları da diğer sektörlerle göre çok daha büyüktür. Her an bulunabilecek ya da fiyat avantajı elde edebilecek aynı ya da ikame bir cevher kaynağının rekabeti olasıdır. Maden üretiminin yapıldığı yerler, çoğunlukla alım satımının yapıldığı piyasalardan ya da kullanıldığı yerlerden uzaktadır. Madencilik üretimlerinin genellikle yerleşim yerlerinden uzakta yapılması zorunluluğu, altyapı inşaat maliyetlerinin diğer sektörlerle göre çok daha yüksek olmasına neden olmaktadır. Madencilik faaliyetleri, aramalardan madenin kapanmasına kadar olan her safhada, gerek çevre gerekse yapıldığı yerdeki yerleşim yerleri ve yerel halk üzerinde olumlu ya da olumsuz ciddi etkiler oluşturmaktadır.

Madencilik sektörünü diğer herhangi bir sektörden farklı kılan bu özellikler, bir taraftan sektörün ayrı bir yasal çerçeve ile düzenlenmesini gerekli kılarken, diğer taraftan, madencilik sektörüne özgü

⁸ Mineraller, temel bileşenleri ve kullanım alanlarına göre, genellikle üç ana grupta toplanırlar: metalik cevherler, metalik olmayan cevherler ve enerji mineralleri. Metalik cevherler; ferrometaller (demir, manganez, molibden, tungsten gibi), baz metaller (bakır, kurşun, çinko, kalay gibi), değerli metaller (altın, gümüş, platin gibi) ve radyoaktif metallerden (uranyum, toryum, radyum gibi) oluşur. Metalik olmayan cevherler fosfat, potas, taş, kum, çakıl, sülfür, tuz gibi endüstriyel mineralleri içerir. Enerji mineralleri ise, kömür, petrol, doğal gaz, uranyum, linyit, bitümlü şist gibi kaynakları kapsar.

geliştirilecek yasal düzenlemelerin üzerinde yoğunlaşacağı temel hususları ve özel sorun alanlarını da işaret etmektedir (Tamzok, 2005a).

Madencilik sektörünün, ayrı bir yasa ile düzenlenmesini gerektiren nedenlerin başında, mineral kaynağın üzerinde bulunan arazinin madencilik alanı dışında da ekonomik olarak değerlendirilme imkânlarının bulunması ve üstteki arazi ile alttaki mineral kaynağın mülkiyetlerinin farklı ellerde bulunabilme olasılığının mevcudiyeti gelmektedir (Bastida, 2002a: 1.9-1.10).

Herhangi bir arazi parçası madencilik üretimi için kullanıldığında, diğer bir ekonomik faaliyet için olduğundan daha büyük bir ekonomik değer elde edilebilecek ise, bu durumda tercih, kamu yararı noktasından hareketle yapılır. Söz konusu durum, arazi parçasının arazi sahibinin isteğinden bağımsız olarak değerlendirilerek madencilik üretimi amacıyla kullanılmasını gerekli kılabilir. Ayrıca, mülkiyete konu arazi parçası ile maden yatağının konumu her zaman üst üste çakışmayabilir. Madencilik faaliyetlerinin yapılacağı alanın genişliği, sıklıkla, birden fazla arazi mülkiyetine yayılmaktadır.

Arazi ve maden mülkiyeti arasındaki ayırım, mineral kaynaklarının kullanımı bakımından özgün sorunlar ortaya çıkarmaktadır. Arazi ve mineral kaynağın mülkiyetlerinin farklı ellerde olması, maden üretiminin kimin tarafından, nasıl ve hangi kurallar çerçevesinde yapılacağı hususları ile devlet, maden sahibi (veya ruhsat sahibi ya da yatırımcı) ve arazi sahibi arasındaki karşılıklı ilişkilerin ayrı bir yasa ile düzenlenmesini gerekli kılmaktadır. Günümüzde, maden kanunlarının, belirtilen bu üç taraf dışında madencilik faaliyetlerinden doğrudan ya da dolaylı etkilenen yerel halkı da göz önünde bulundurması gerekmektedir.

Madencilik faaliyetleri, günümüzde pek çok ülkede ayrı maden kanunları ile düzenlenmiştir. Bununla beraber, genel olarak madencilik sektörünü ilgilendiren pek çok farklı yasal düzenleme de bulunmaktadır. Bunlar arasında; iş yasası, çevre yasası, orman yasası, vergi yasaları, iç ve dış ticaret yasaları ve benzerleri bulunmaktadır.

Ayrıca, özellikle son yıllarda, ikili ya da çoklu uluslararası yasa ve anlaşmaların da, madencilik faaliyetlerinin düzenlenmesine ilişkin belirleyicilikleri artmaktadır. Pring'e göre; ulusların doğal kaynaklar üzerindeki egemenliklerini kısıtlayan belirli uluslararası gelişmeler söz konusudur (Pring, 1999: 9-10). Bunlar arasında; (1) devletlerin, diğer devletlere karşı, sınırötesi çevresel zararları önleme sorumluluklarına ilişkin uluslararası çevre hukuku ilkesi, (2) özel anlaşma ya da sözleşmeler ve (3) "sürdürülebilir kalkınma" kavramı çerçevesinde geliştirilmekte olan ilkeler önemli bir yer

tutmaktadır. Pring, henüz uluslararası bir maden kanununun geliştirilmemiş olmasına karşın, “*söz konusu faktörlerin “uluslararası çevre yasası”nı şaşırtıcı bir hızda geliştirmekte olduğunu, günümüzde çevre odaklı 1.000’in üzerinde uluslararası anlaşma bulunduğunu*” ifade ederek, bu anlaşma ve düzenlemelerin ülkelerin madencilik faaliyetleri üzerinde de önemli etkileri olacağına vurgu yapmaktadır.

2. MADENCİLİK POLİTİKALARINA YAKLAŞIMLAR VE POLİTİKA KANUN İLİŞKİSİ

En genel tanımlamayla, bir ülkenin maden mevzuatı, o ülkenin madencilik politikasının bir ifadesidir. Ülkenin tarihsel arka planı, gelişmişlik düzeyi, yasa gelenekleri, mineral kaynaklarının zenginliği ya da çeşitliliği ve ülkenin kamu ya da özel sektör yatırımları arasındaki tercihi gibi hususlar maden kanunlarının genel çerçevesini şekillendirir. Maden yasaları, sadece sektörün yasal düzenlenmesine ilişkin bir metin değildir. Aynı zamanda, bulunduğu ülkenin maden kaynaklarının geliştirilmesine yönelik bir politika aracıdır. "*Maden Kanunu; haklar, yükümlülükler, idari ve yasal işlemler, idari ve yasal kuruluşlar vasıtasıyla devletin madencilik politikasının yaşama geçirildiği ana metindir. Madencilerin hak ve yükümlülükleri, maden kanunu ile salt bir teknik detaylar ya da bazı temel hak ölçüleri olarak değil, ancak, aynı zamanda tarafların eylemlerine rehberlik edecek bir politika ifadesi olarak da belirlenir. Maden Kanunu, devletin madencilik sektörünün geliştirilmesine ilişkin politikalarının araçlarını sağlar.*" (Walde, 1988: 177-178)

Dolayısıyla, maden kanunlarını şekillendiren ana unsur, devletin ortaya koymuş olduğu madencilik politikalarıdır. Bununla beraber, maden mevzuatını oluşturan genel çerçeve içerisine; çalışma, sağlık, iş güvenliği, çevre, arazi, su, vergi, yabancı sermaye gibi daha pek çok konudaki yasal düzenlemeler de dâhil olmaktadır. Bu durumda, maden yasası ile diğer yasalar arasında, doğal olarak, çelişki ve çatışmalar ortaya çıkacaktır. Maden kanunları, aynı zamanda, diğer yasalar ile olan görelî ilişkisini de ortaya koyabilmelidir.

Maden Kanunu'nun ilgili tarafları; devlet, ruhsat sahibi ya da yatırımcı, arazi sahibi ve madencilik faaliyetinin yapıldığı yerdeki yerel halk olarak belirlenmektedir. Bu bileşim içerisinde devlet, maden kaynaklarından en fazla yararın elde edilmesini amaçlamakta, ruhsat sahibi ya da yatırımcı kar maksimizasyonunu hedeflemekte, arazi sahibi arazisinin başkası tarafından kullanılması nedeniyle uğradığı kaybın telafi edilmesini istemekte, yerel halk ise bulunduğu bölgede yapılan madencilik faaliyetinin neden olabileceği çevresel ve toplumsal etkilere karşın koruma talep etmektedir. Maden Kanunu'nun, ülke madencilik politikasının bir ifadesi olmasından hareketle, mineral kaynaklarının

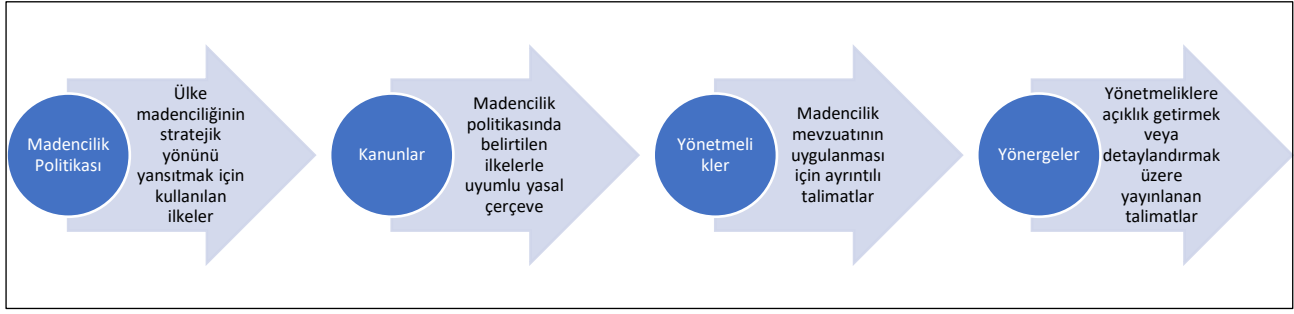
değerlendirilmesinde söz konusu çatışan çıkarların nasıl uzlaştırılacağı hususu, büyük oranda politik ve ekonomik tercihler tarafından belirlenecektir (Bastida, 2002a: 1.10).

Bu çerçevede Maden Kanunu'nun en temel işlevi maden haklarının tanımlanmasıdır. Dolayısıyla, söz konusu kanun ile madenlerin mülkiyeti, maden ruhsatlarının alınması, muhafaza edilmesi, iptal edilmesi, ruhsat sahibinin hak ve yükümlülükleri, ruhsatın kapsam ve süresi, maden haklarının transferi ve maden hakları konusunda çıkacak anlaşmazlıkların çözüm süreçleri ortaya konulmaktadır.

Madencilik sektörüne ilişkin düzenlemeler; bazı ülkelerde, maden kanunları yanında, özel sözleşmeler ya da iki aracın birlikte kullanımıyla da yapılmaktadır (Bastida, 2002b: 2.4-2.11). Sözleşmeler, devlet ve yatırımcı arasında yapılan anlaşmalardır. Sözleşmeler ile daha özel düzenlemeler yapmak mümkün olmakta ve mevcut maden kanununun yeterli olmaması durumunda karşılaşılabilecek sorunları aşmak amacıyla kullanılabilir. Bu anlaşmalar, özel hukuk geleneğinden gelen ülkelerde maden kanunlarını tamamlamakta ya da onun yerine geçmektedir. Ancak, Türkiye gibi kamu hukuku geleneğinden gelen ülkelerde sözleşmeler ikincildir ve genel maden kanunlarının altında işlem görür.

Maden kanunlarında 1980'li yıllardan bu yana çevre ya da yerel toplulukları korumaya yönelik düzenlemelerin giderek artmakta olduğu gözlenmektedir (Blinker, 1999: 6; Bastida, 2002c: 4; Orellana, 2002). Madencilik sektörü, kazalar ve sağlık bakımından büyük ölçüde risk taşıyan bir sektördür. Maden kanunları, -diğer kanunlar ile özel olarak düzenlenmiyorsa- sektörün bu özelliğini göz önünde bulundurarak iş sağlığı ve güvenliği hususlarında gerekli düzenlemeleri içermelidir.

Madencilik politikaları, ülkelerin politik sistemlerine, ekonomik gelişmişlik durumlarına, sahip oldukları teknoloji düzeyine, toplum yapısına, toplumun çevre duyarlılığının boyutuna, sahip oldukları mineral kaynaklarının miktar ve çeşitliliğine, stratejik önem derecelerine, madencilik sektörünün büyüklüğüne, mevcut ve planlanan mineral talebine, tarihsel madencilik deneyimine ve benzeri hususlara göre ülkeden ülkeye farklılık göstermektedir. Bir ülkenin madencilik politikası, maden kaynaklarını geliştirmek amacıyla kullanacağı stratejik yönü tanımlamakta ve maden mevzuatının oluşturulmasına da temel teşkil etmektedir. Madencilik endüstrisinde politika ve mevzuat arasındaki hiyerarşik ilişki Şekil 1'de verilmektedir.



Şekil 1 Madencilik politikası mevzuat ilişkisi

Madencilik politikası, bazı ülkelerde resmi ve yazılı bir doküman halinde mevcuttur. Bununla beraber, çoğu ülkede, madencilik politikaları çok çeşitli bilgi kaynaklarından yorumlanmak suretiyle anlaşılabilir. Madencilik politikasının, resmi ve yazılı bir doküman halinde ortaya konulması, devletin madencilik sektörüne bakışının anlaşılabilmesi ve madencilik sektöründen beklentilerin ortaya konulabilmesi bakımından önemlidir. Söz konusu doküman, madencilik sektöründe taraf olan herkes için genel anlamda bir yol gösterici niteliği taşıyacaktır.

Otto, yazılı bir “Ulusal Madencilik Politikası” oluşturmanın üç temel faydasına işaret etmektedir (Otto, 1997: 1-7):

- 1) Politika metni, madencilik sektöründeki anahtar konulara ilişkin olarak, hükümetlerin pozisyonunu gösteren bir rehber görevi görecektir,
- 2) Devletin çeşitli kademelerindeki idarecilere ya da yasa hazırlayıcı veya yasa yapıcılarına yön verecektir,
- 3) Politika metninin hazırlanma sürecinde, en azından anahtar konuların ilgili taraflarca tanımlanıp tartışılarak üzerlerinde belirli mutabakatların sağlanmış olması durumunda, yeni bir maden yasası oluşturulması ya da mevcut mevzuatta değişiklik yapılmasına ilişkin yapılacak çalışmalarda bir uzlaşma aracı olarak kullanılabilir.

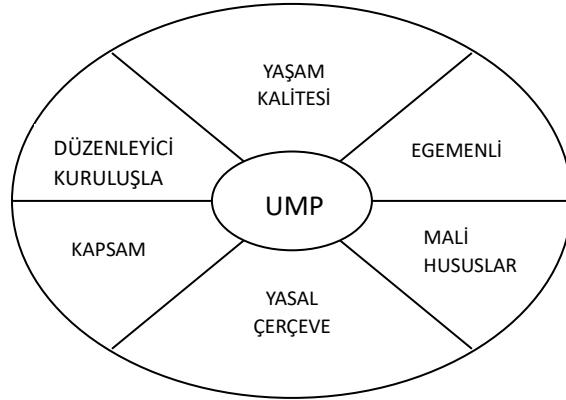
“Ulusal Madencilik Politika”nın başarıyla yaşama geçirilmesi bakımından, madencilik faaliyetleriyle doğrudan ya da dolaylı biçimde ilgili olan tüm toplum kesimlerinin uzlaşısıyla hazırlanmış olması önem taşımaktadır. Söz konusu uzlaşma zayıfladıkça, oluşturulan politikanın yasal mevzuata yansıtılmasında ya da yürütümünde zorluklar yaşanmaktadır.

Pek çok ülkede “Madencilik Politikası” çok uzun olmayan metinler şeklinde düzenlenmiştir. Örneğin Sierra Leone’nin politika metni üç sayfadan az ve Kanada’nın politika metni ise 13 sayfadır (Otto,

1997: 4). Politika metinlerinde önemli olan husus, temel ilkeleri ve genel yönelişleri ortaya koyabilmektir. Otto, bu hususla ilgili olarak, Kanada Ulusal Madencilik Politikası'nı örnek olarak vermektedir (Otto, 1997: 4). Söz konusu dokümanda, Kanada maden kaynaklarının araştırılması, geliştirilmesi, üretimi ve kullanımına yönelik olarak altı temel hedef belirlenmektedir. Bunlar:

- 1) Adil ve dengeli bir yasal çerçevenin oluşturulması,
- 2) Bölgesel ekonomik kalkınma için mineral ve metal sektörlerinin gelişmesinin teşvik edilmesi,
- 3) Madencilik sektörünün her alanında teknolojik performansın gelişmesinin ve uluslararası rekabet edebilirlik düzeyinin artırılmasının teşvik edilmesi,
- 4) Madencilik sektörünün düzenlenmesinden etkilenen çalışan kesime ya da yerel topluluklara yardım edilmesi,
- 5) Gelişmiş mineral ve metal ihracatı ile geleneksel ya da yeni pazarlara girişin kolaylaştırılması,
- 6) Sektör, devlet, yerel idareler, çalışanlar ve genel kamuoyunun gereksindiği ekonomik, teknik ya da bilimsel bilginin zamanında ve doğru şekilde sağlanması.

Madencilik politikasının dayandırılacağı temel ilkeler için bir formül geliştirmek oldukça güç olmakla beraber, hedefleyeceği kategoriler için bu mümkündür. Otto tarafından 1997 yılında yapılan bir çalışma (Otto, 1997: 1-8) ile altı ayrı kategori belirlenmiştir (Şekil 2). Bunlar; kapsam, egemenlik, ekonomi, yaşam kalitesi, yasal çerçeve ve düzenleyici kuruluşlar şeklindedir.



Şekil 2 Ulusal madencilik politikasının (UMP) hedefleyeceği unsurlar (Otto. 1997)

Söz konusu kategoriler aşağıda tanımlanmaktadır:

- 1) Kapsam: Ulusal madencilik politikası ile kapsanan madencilik süreçleri (arama, işletme, zenginleştirme, rafinasyon, yarı mamul hale getirme, pazarlama, kapatma/reklamasyon, vb) ve maden kaynakları (baz metaller, değerli metaller, değerli taşlar, endüstriyel mineraller, petrol ve gaz, radyoaktif mineraller, stratejik mineraller, vb.), madencilik politikasının diğer ulusal politikalarla (diğer doğal kaynak politikaları, kur politikaları, dış ticaret politikaları, çalışma yaşamına ilişkin politikalar, çevre koruma politikaları, vb.) ilişkileri ve öncelik sıralaması.
- 2) Egemenlik: Sektördeki yatırım kararlarında devletin rolü ve etkinliği, sektörde devlet işletmelerinin rolü ve ağırlığı, devlet yatırımları, yabancı sermaye yatırımları, mülkiyet ve denetim, ortak girişim, devletin sermayeye katılımı, vb.
- 3) Ekonomi: Vergilendirme, ithalat-ihracat, sektörün ekonomik kalkınmadaki rolü, istihdam, kaynak koruma ve verimlilik, arazi kullanım önceliği, vb.
- 4) Yaşam kalitesi: Toplumsal etkiler, çevresel etkiler.
- 5) Yasal çerçeve: Uygulanabilir yasalar (ulusal, yerel), arama/işletme haklarına yaklaşım, arama ve işletme başvurularında öncelik, ruhsat güvenliği, vb.
- 6) Düzenleyici kuruluşlar: devlet kurumlarının rolü, devlet kurumlarının yapısı, denetleme ve takip, bilginin yönetimi, vb.

Madencilik politikaları ve bu politikalara dayandırılarak oluşturulan madencilik yasaları, dönemler itibarıyla ve ülkelerin gelişmişlik düzeylerine göre önemli farklılıklar göstermiştir. Mineral kaynaklarının dünya üzerindeki eşitsiz dağılımı ve gelişmenin sürdürülebilmesi için söz konusu kaynaklara olan bağımlılık, geri kalmış ya da az gelişmiş ülke kaynaklarının yüzyıllarca gelişmiş ülkeler tarafından sömürülmesi sonucunu doğurmuştur. Ancak, özellikle yirminci yüzyılın ikinci yarısından itibaren, gelişmemiş ya da az gelişmiş ülkeler, kendi doğal kaynakları üzerindeki haklarının tanınmasını giderek daha yüksek sesle talep etmişlerdir. Bu gelişmenin sonucu olarak, 1962 yılında Birleşmiş Milletler Genel Kurulu'nda 1803(XVII) sayılı karar kabul edilmiştir (United Nations, 1962). “Doğal Kaynaklar Üzerindeki Daimi Egemenlik Hakları” başlıklı karar ile gelişmemiş ya da eski sömürge ülkelere kendi doğal kaynaklarını özgür kullanım hakları tanınmıştır. Günümüzde, dünya üzerindeki farklı ülkelerde uygulanmakta olan farklı madencilik politikalarının geri planında, söz

konusu sömürü döneminin ve bu dönemde sömürülen ülkeler tarafından yapılan mücadelelerin etkileri olduğu söylenebilir.

1950'lerden 1980'lere kadar olan dönemde madencilik politikalarında ulusçu yaklaşımlar baskındır. Söz konusu yaklaşımlar, doğal kaynakların üretimi ve kullanımında devlet girişimciliğini ve doğal kaynaklar üzerinde sıkı devlet denetimini ön plana çıkarmıştır. Bu dönemde, madencilik sektörü, ekonomik kalkınmanın finans kaynağı, sanayileşmenin sıçrama tahtası olarak görülmüştür (Bastida, 2002c: 1.15).

Söz konusu dönemde, ülkemizde de, madencilik sektörü, kalkınma planları çerçevesinde alt sektör olarak planlanmış, madencilik yatırımları kamu iktisadi kuruluşları eliyle yapılmış, özel sektör madencilik girişimleri için yaygın yasal denetimler konulmuş, ithal ikameci politikalar uygulanmış ve yabancı sermaye üzerinde sınırlama ve yasaklamalar getirilmiştir. Devletleştirme-millileştirme uygulamaları ise son derece yaygındır (Türk, 1981). Söz konusu dönemde maden haklarının alınma, muhafaza ve iptali devlet denetiminde sıkı bürokratik işlemlere tabi olmuştur.

Madencilik alanında uygulanan politikalar, 1980'lerden sonra büyük oranda değişim göstermiştir. Dünya ekonomisinde 1970'li yıllarda ortaya çıkan durgunluk ile birlikte, mevcut ekonomi politikaları ve bu politikaların dayandığı teorik temeller sorgulanılmaya başlanmıştır. 1929 bunalımı ile başlayan gelişmelerin tam tersi bir hareket olarak ortaya çıkan ve kamu açıklarının en temel nedeni olarak kamu işletmelerinin verimsizliğini gören anlayış, kamu işletmelerinin özelleştirilmesi akımını 1970'li yılların sonlarından itibaren öncelikle İngiltere'den ve kamu maden işletmelerinden başlatmıştır. Söz konusu akım, diğer ülkeleri de etkileyerek hızla gelişmiş ve yaygınlaşmıştır.

Kamu girişimciliğinden vazgeçilerek, kamunun elindeki işletmelerin özelleştirmeler yoluyla özel sektöre devri ve bu yolla madencilik sektöründe yapısal dönüşümün sağlanması gereğini savunan görüşün temel gerekçeleri aşağıda özetlenmektedir:

- 1) Kamu işletmeciliği verimsizliğe neden olmaktadır, piyasa mekanizması içerisinde kaynakların etkin kullanımı sağlanacak, bu yolla kamu açıkları ortadan kalkacaktır,
- 2) Özelleştirmeler ile rekabet sağlanacak, maliyetler ve fiyatlar düşecek, ekonomik verimlilik artacak, hizmet kalitesi yükselecektir,
- 3) Ülkedeki sermaye sıkıntısı, yeni yapı ile aşılabilecektir.

Söz konusu gelişmelerle birlikte, özellikle yabancı sermayenin teşvikine yönelik yeni maden kanun ve sözleşmelerinin oluşturulması çalışmaları gündeme gelmiştir. Bu çerçevede, özellikle gelişmekte olan çok sayıda ülkede, özel sektörü harekete geçirmek ve yabancı sermayeyi çekmek amacıyla maden kanunlarında değişiklikler yapılmış, özel sektör ve yabancı sermayeye çeşitli kolaylık ve ayrıcalıklar tanınmıştır.

Bu çerçevede işaret edilmesi gereken bir diğer husus ise, madencilik politikaları ve maden yasalarının şekillenmesinde çokuluslu şirketlerin rolleridir. Dünya madencilik endüstrisinde şirketlerin birleşmeler şeklinde büyümeleri ve toplam üretim ve pazarlamadan daha fazla pay almaları, çokuluslu şirketler için, ulus devletler üzerinde daha fazla güç kullanabilme anlamına gelmektedir. Bu güç, madencilik sektörlerinde, gerek mülkiyet ve yönetim değişikliklerini sağlamaya, gerekse çok uluslu şirketlerin pazara girişinin önündeki engellerin kaldırılmasına yönelik olarak, ilgili ülke yasalarının değiştirilmesinde etkin olarak kullanılmış ve kullanılmaktadır (Tamzok, 2003). Uluslararası kuruluşların da önemli bir rol oynadıkları bu süreç, uzun yıllar boyunca özellikle eski Doğu Bloku, Latin Amerika ve Güney Doğu Asya ülkelerinde yoğun şekilde yürütülmüştür.

1985 ve 1995 yılları arasında, 90'ın üzerinde ülkede yeni maden kanunlarının ya da mevcut maden kanunlarında değişikliklerin gündeme gelmiş olması (Otto, 1997: 21) yukarıda değinilen gelişmelerin doğal sonuçları olarak görülmelidir. Söz konusu değişiklikler ile özellikle yabancı sermayenin maden kaynaklarına erişimi kolaylaştırılmış, aramadan işletmeye otomatik geçiş dâhil çeşitli garantiler ve vergi muafiyetleri sağlanmıştır (Corpuz, 1999). Özellikle gelişmekte olan ülkelerde, yerli özel madencilik şirketleri, yasal düzenlemeler ile pazara girişleri kolaylaştırılan uluslararası tekellerin rekabeti karşısında tutunamamış, genellikle söz konusu tekellerin içerisinde erimekte durumunda kalmışlardır. Kamu madencilik kuruluşları ise büyük oranda tasfiye olmuş, ulusal madencilik üretimlerinde büyük gerilemeler yaşanmıştır.

Bu süreçteki gelişmelerin Türkiye madencilik sektörüne yansımaları ise özellikle 1990'lardan itibaren söz konusu olmuştur. Sektörde mülkiyet ve yönetim değişikliklerini gerçekleştirmeye yönelik olarak madencilik kamu kurumlarında sektörel bölünme, ticarileştirme, şirketleştirme ve özelleştirmeye yönelik uygulamalar birbirini izlemiş, madencilik sektörünün kamu ağırlıklı yapısı özel sermayenin de yerini alabileceği bir rekabet ortamına dönüştürülmeye çalışılmıştır. Eşzamanlı olarak, liberalizasyonu sağlamaya yönelik şirketler üzerindeki sıkı yasal düzenlemelerin gevşetilmesi, devletin müdahale, düzenleme ve denetimlerinin mümkün olduğu ölçüde kaldırılmaya ya da

yumuşatılmaya çalışılması, yasal mevzuatta yapılan değişiklikler ile sürdürülmüştür (Tamzok, 2005b).

Son yıllarda, özellikle neo-liberal politika uygulamalarının sonucunda sıkışmış olan küresel politik-ekonomik sistemin yeniden bir çıkış aradığı ve bu defa ülkeler bazında yeni bir korumacı-milliyetçi sarmala girildiği ve madencilik politikalarının da bu yönde yerleşirme-millileştirme akımlarının etkisi altında olduğu gözlenmektedir.

3. TÜRKİYE'DE MADENCİLİK SEKTÖRÜ VE MADENCİLİK POLİTİKASI

3.1. Türkiye madencilik sektörünün genel görünümü

Türkiye, mineral çeşitliliği bakımından dünyada zengin ülkeler arasında yer almaktadır. Bunlar arasında en fazla öne çıkan, bor madenidir. Dünya bor rezervlerinin çok büyük bir kısmı Türkiye'de bulunmaktadır. Borların dışında; perlit, doğal mika, feldspat, alçıtaşı, grafit, diatomit ve kireçtaşı rezervleri dünya ölçeğindedir. Ayrıca, önemli miktarlarda barit, krom, kurşun, antimuan, soda külü, molibden, manyezit, pomza, bentonit, kaolen, mermer ve doğal taş rezervleri bulunmaktadır.

Maden ve Petrol İşleri Genel Müdürlüğü'nün (MAPEG) kayıtlarına göre Türkiye'de 90'dan fazla maden çeşidinin üretimi yapılmaktadır (MAPEG, 2019a). Türkiye 2017 yılında; küresel bor üretiminin %54'ünü, pomza üretiminin %31,8'ini, feldspat üretiminin %28,9'unu, perlit üretiminin %21,5'ini, krom üretiminin %18,2'sini ve bentonit üretiminin ise %15,2'sini gerçekleştirmiştir (USGD, 2019).

MAPEG'in kayıtlarına göre, Türkiye'de 2017 yılında toplam 800 milyon ton madencilik üretimi yapılmış olup, bunun %75'ini kalker, kumtaşı ya da mermer gibi inşaat sektörüne yönelik hammaddeler oluşturmaktadır. Bunlardan kalker, tek başına Türkiye madencilik üretiminin miktar olarak %60'ına karşılık gelmektedir. İnşaat hammaddelerini -çok büyük kısmı linyit üretimi olmak üzere- %11 ile enerji hammaddeleri ve %10,5 ile endüstriyel hammaddeler izlemektedir. Metalik madenlerin toplam madencilik üretimi içindeki payı %3,5 düzeyindedir.

Türkiye madencilik üretimi büyük ölçüde inşaat sektörüne hammadde sağlamaya yönelik yapılmakta olup, bu haliyle "*yükte ağır pahada hafif*" maddelerin üretimine yönelmiştir. Krom dışındaki metalik madenlerin ya da değerli metallerin üretimleri ise -küresel üretimlerle karşılaştırıldığında- oldukça düşük kalmaktadır. Bunların küresel üretim içerisindeki payları, sırasıyla, çinko binde 29, antimuan binde 15, kurşun binde 15, altın binde 7, nikel binde 7, gümüş binde 6, bakır binde 4, demir binde 4

şeklindedir (USGD, 2019; BMNT, 2019).

Yapılan bir araştırmaya göre, Türkiye'nin 2017 yılında metaller ve endüstriyel hammaddeler toplam üretimi 45,6 milyon ton ile küresel üretimin %1,6'sı düzeyindedir. Bu üretimin parasal karşılığı 20,8 milyar Dolar olup, -enerji hammaddeleri hariç- küresel madencilik gelirlerinin %2,3'üne karşılık gelmektedir (BMNT, 2019).

Türkiye'de üretimi yapılmayan değerli madenler arasında; kobalt, nobium, tantalum, tungsten, vanadyum, berilyum, bizmut, kadmiyum, galyum, germanyum, indiyum, lityum, molibden, nadir toprak konsantreleri, renyum, paladyum, platinyum, rodyum, elmas, uranyum, toryum bulunmaktadır.

Çok sayıda mineralin üretimi yapılmakla beraber, Türkiye madencilik endüstrisinin çok da gelişmiş olduğu söylenemez. Türkiye madencilik sektöründe faaliyette olan yaklaşık 6 bin civarındaki işyeri (MAPEG, 2019b) büyük oranda küçük ölçekli firmalar tarafından çalıştırılmaktadır. Bu firmalar, çoğunlukla, kurumsallaşma düzeyleri zayıf, madencilik deneyimleri çok da eskilere gitmeyen, mühendislik kaliteleri düşük, proje deneyim ve yetenekleri sınırlı, sermaye yapıları güçsüz oluşumlardır. Söz konusu firmalar; arama, araştırma-geliştirme, insan kaynağı, iş güvenliği ya da çevresel korumaya ilişkin yatırımları genellikle maliyet arttırıcı unsurlar olarak görmekte ve son derece sınırlı tutmaktadırlar. Şüphesiz, sektörde faaliyet gösteren nitelikli kamu ya da özel kuruluşlar da mevcuttur. Ancak sayıları parmakla gösterilecek kadar az olan bu kuruluşların varlığı sektörün genel fotoğrafını değiştirmeye yetmemektedir.

Sektörde, ölçek ekonomisinden ve mühendislik ekonomisinin gerektirdiği verimlilik düzeylerinden uzak üretimler söz konusudur. Üretilen madenlerin uç ürünlere dönüştürülerek daha yüksek katma değer elde edilmesi noktasında zafiyet bulunmaktadır. Son derece değerli cevherler ham olarak yurt dışına ihraç edilmekte, aynı cevherler yarı mamul ve mamul maddeye dönüşmüş olarak misli fiyatlarla ülkeye geri dönmektedir. Ülke içerisinde gelişmiş bir madencilik makina-ekipman sanayi yaratılmadığı gibi, sektörde ileri teknoloji kullanımı da son derece sınırlıdır.

Türkiye madencilik sektörü 1990'lı yılların sonlarına kadar yüzde 90'lara varan oranda kamunun faaliyet gösterdiği bir alan olmuştur. Bununla beraber, özellikle yeni yüzyılla birlikte ve oldukça kısa sayılabilecek bir zaman diliminde bu defa yüzde 90'lar düzeyinde özel sektörün faaliyet gösterdiği bir yapıya dönüşmüştür. Bununla beraber, sektörde meydana gelen bu yapısal dönüşüm, pek çok kesim tarafından başlangıçta dile getirilen olumlu sonuçları doğurmamıştır. Günümüzde, kamu, bor madenleri ve bir ölçüde kömür dışında kalan diğer tüm madenlerden çekilmiştir. Faaliyette bulunan

işyerlerinin sadece %1 kadarı kamuya ait işyerleridir. Sektörde çalışan yaklaşık 125.000 işçinin ise yaklaşık %10'u kamu işçisidir (MAPEG, 2019b).

Türkiye madencilik sektörünün gayrisafı yurtiçi hasılaya olan katkısı yüzde 1 civarında seyretmekte olup yıllar itibarıyla fazla bir değişim göstermemektedir. 2018 yılı itibarıyla toplam hasılaya olan katkısı 37,3 milyar TL (7,9 milyar ABD Doları) ile yine %1 düzeyinde olmuştur (MAPEG, 2019c). Madencilik sektörünün ekonomiye olan katkısının arttırılamamasının en önemli nedenlerinden biri ülkemiz madenlerinin genellikle ocaktan çıkarıldığı gibi ya da sınırlı bir değerlendirilme işlemine tabi tutularak yurt dışına ihraç edilmesidir. Türkiye'nin 2018 yılı maden ihracatı 4,2 milyar dolar seviyesinde gerçekleşmiştir (İMMİB, 2019). Buna karşılık aynı yılda yapılan maden ithalatı 25,8 milyar dolar düzeyindedir (MAPEG, 2019d). Dolayısıyla, madencilik sektöründe ihracatın ithalatı karşılama oranı 2018 yılı için sadece %16,3 seviyesindedir.

2018 yılı itibarıyla maden ihracatımızın -parasal bazda- yaklaşık %45'i ham ya da işlenmiş mermer ve travertendir. Aynı yılda, çinko, krom, kurşun ve bakır ağırlıklı olmak üzere metalik cevherlerin ihracatı toplam maden ihracatımızın yaklaşık yüzde 30'udur. Başta tabii boratlar ve konsantreleri olmak üzere endüstriyel hammadde ihracatımız yüzde 23 pay almıştır (İMMİB, 2019). Maden ithalatımızın yüzde 70'e yakın kısmı ise kömür ithalatıdır.

3.2. Türkiye'nin madencilik politikası

Türkiye madencilik sektörünü ilgilendiren çok sayıda yasal düzenleme bulunmakla beraber yazılı bir Madencilik Politika Belgesi bulunmamaktadır. Bununla beraber, mevcut politikaya ilişkin ipuçlarını bir kısım belgelerden takip edebilmek mümkündür. Bunlardan ilki Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı (ETKB) 2015-2019 Stratejik Planı'dır (ETKB, 2017). Söz konusu planda madencilik sektörüne ilişkin olarak öncelikli prensip; *“Ülkemizin zengin doğal kaynaklarından azami ölçüde ve sürdürülebilirlik ilkesi doğrultusunda istifade edilerek çevre ile uyumlu, iş sağlığı ve güvenliği koşullarını sağlayan bir madencilik için etkin ve uygulanabilir politikaların oluşturulması, doğal kaynaklarımızın, ekonomik büyümeye ve ülke refahına katkıda bulunacak şekilde yönetilmesi”* şeklinde belirlenmektedir.

Strateji belgesinde, genel hatlarıyla aşağıdaki hususlar vurgulanmakta ve sektörel hedefler tanımlanmaktadır:

- Maden potansiyelinin ve kritik hammaddelerin belirlenerek bunlara ilişkin bir bilgi bankasının kurulması,
- Yurt dışında arama ve işletmecilik yapacak Türk şirketlerinin desteklenmesi,
- İşlenmemiş cevher ihracatının azaltılması, ara ve uç ürün üretimlerinin artırılması,
- Bazı maden yatırımlarına özgü çevresel etkileri minimize eden uygulamaların geliştirilip yaygınlaştırılması,
- Madenlerde iş sağlığı ve güvenliğinin artırılması,
- Madencilik faaliyetleri alanında kurumsal kapasitenin geliştirilmesi.

Son yıllarda, özellikle dış politikadaki gelişmelerin de etkisiyle, diğer pek çok ekonomik sektörde olduğu gibi madencilik sektöründe de “Yerli ve Milli” kavramı öne çıkarılmaktadır. Bu çerçevede, 2017 yılı Nisan ayında Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı üst yönetimi tarafından “Milli Enerji ve Maden Politikası” başlığı kamuoyu ile paylaşılmış, ancak bu isimde resmi bir belge Bakanlık tarafından yayınlanmamıştır. Bununla beraber, söz konusu paylaşımın hemen ardından hükümete yakınlığıyla bilinen Siyaset, Ekonomi ve Toplum Araştırmaları Vakfı (SETA) tarafından “Türkiye’nin Milli Enerji ve Maden Politikası” başlığı altında bir çalışma yayınlanmıştır (Karagöl vd., 2017). Söz konusu çalışmada; gerek enerji gerekse madencilik sektörleri için üç ana başlık belirlenmektedir: arz güvenliği, kaynakta ve teknolojiye yerleştirme ve öngörülebilir piyasa. Ancak, söz konusu belgede, iddialı başlığıyla orantılı bir içerik yer almamakta, “milli madencilik politikası”nın altı gereği gibi doldurulamamaktadır. Madencilik endüstrisinde arz güvenliğinin ne anlama geldiği ve nasıl sağlanacağı anlaşılammakta, yerleştirme konusu ise madencilik teknolojilerinin yerli üretimi ve madenlerin zenginleştirilerek kullanılması başlıklarından öteye geçememektedir. Öngörülebilir piyasa başlığı altında ise kamu kurumlarının yeniden yapılandırılması ve kamu-özel işbirlikleri vasıtasıyla sektörün geliştirilmesi hedeflerinin dışında başka hususlara yer verilmemektedir.

Madencilik politikalarına ilişkin ipuçlarının bulunabileceği bir diğer kaynak ise kalkınma planı belgeleridir. Bununla beraber, önceki planlarla karşılaştırıldığında son dönemlerdeki kalkınma planlarının gerek politika gerekse uygulamalar bakımından son derece yüzeysel ve vasat kaldığı rahatlıkla söylenebilir. Bu çerçevede, son kalkınma planında da madencilik sektörüne yönelik hedef ve stratejiler belirli bir politika temeline dayandırılmadan genel bir temenniler manzumesi şeklinde ortaya konulmaktadır.

On Birinci Kalkınma Planı dokümanında (SBB, 2019) temel amacın “*Madencilik sektöründe hammadde arz güvenliğinin sağlanması, madenlerin yurt içinde işlenerek katma değerinin artırılması yoluyla ülke ekonomisine katkısının geliştirilmesi*” olduğu ifade edilmekle birlikte, bu amacın hangi somut yol ve yöntemlerle gerçekleştirileceği büyük ölçüde belirsiz bırakılmaktadır. Sektör için ayrı ayrı önemli olan çevre ve iş güvenliği alanları aynı torbaya atılarak “*madencilik sektörünün çevre ve iş güvenliği mevzuatına uyumu geliştirilecektir*” ya da “*çevre ve iş güvenliği mevzuatına uyum bilinci artırılacaktır*” şeklinde soyut ifadelerle geçiştirilmektedir. Benzer şekilde, “Havza Madenciliği” kavramına da “*Havza madenciliği ve yakın sahalardaki faaliyetlerin maliyet etkinliği ve iş güvenliğinin artırılmasına dönük çalışmalara hız verilecektir*” şeklinde içeriğinin ne olduğu anlaşılamayan bir ifadeyle yer verilmektedir. “Milli Enerji ve Maden Politikası” çerçevesinde sık sık dile getirilen “Kritik Hammaddeler” kavramı Kalkınma Planı dokümanı içerisinde de yer almakta, ancak “*Ekonomik potansiyeli yüksek madenler ile diğer kritik hammaddelerin üretim altyapısı oluşturulacaktır*” gibi belirsiz ve soyut ifadelerle sunulmaktadır.

Plan çalışmasında ülkemiz ekonomisi için temel ve kritik madenlerin belirlenmesi, bu madenlerin güvenli teminine yönelik yol haritasının hazırlanması ve bu madenlere ilişkin stratejik rezerv, stok, ihracat kısıtlaması konularında düzenlemeler yapılması da hedeflenmektedir. Gerçekten de hedeflenen bu hususlar her ülke için olmazsa olmaz gerekliliklerdir. Bununla birlikte, bu denli önemli çalışmaların bugüne kadar yapılmayıp önümüzdeki plan döneminde yapılmasının öngörülmesi anlaşılammaktadır.

Sonuç olarak, Türkiye’de tüm tarafların katılımıyla hazırlanmış, ülkedeki maden kaynaklarının doğru ve verimli kullanımı amacıyla kullanılabilir, sektöre yön verebilecek ve maden mevzuatının oluşturulmasına rehberlik edebilecek nitelikte özgün, bilimsel ve kapsamlı bir madencilik politika belgesi bulunmamaktadır.

4. TÜRKİYE MADENCİLİK SEKTÖRÜ İÇİN BİR POLİTİKA ÇERÇEVESİ

Günümüzde, çok sayıda ülke ya da uluslararası kuruluş tarafından formüle edilerek yayınlanmış madencilik politika metinleri ya da bu politikaların dayandığı temel ilkeler bulunmakla beraber (United Nations, 2002; MMSD, 2002; ICMM, 2015; IRMA, 2018; RJC, 2013; ICMI, 2016; ASI, 2017; Bettercoal, 2018; World Bank - IFC, 2012; Equator Principles, 2020; CCCMC, 2015; IGF, 2013; UNDP, 2018), söz konusu metinlerin her ülkenin kendi özel koşulları dikkate alınarak ve kendi gereksinimleri, öncelikleri ya da amaç ve hedefleri doğrultusunda oluşturulması gerektiği açıktır.

Yukarıda da değinildiği üzere; madencilik politikaları, ilgili ülkenin siyasal sistemine, ekonomik-teknolojik düzeyine, toplumsal yapısına, çevreye olan bakışına, sahip olduğu mineral kaynaklarının miktar ve çeşitliliğine, maden kaynaklarının stratejik önem derecelerine, mineral talebine, tarihsel madencilik deneyimine ve benzeri hususlara göre farklılık gösterebilecektir. Bu çerçevede, Türkiye'nin de oldukça özgün bir konumda bulunduğu söylenebilir. Aşağıda, ülkemiz madenciliğinin mevcut durumu dikkate alınmak suretiyle ve temel insani, ahlaki ve bilimsel ilkelerden yola çıkılarak Türkiye madencilik endüstrisi için genel bir politika çerçevesi maddeler halinde tanımlanmaktadır:

a) İnsan ve emek

Her tür ekonomik faaliyette olması gerektiği gibi madencilik faaliyetlerinde de amaç, insanın refah ve mutluluğudur. İnsana ve emeğe saygı, madencilik faaliyetlerinin planlanma ve uygulanmasında odak noktası olmalıdır.

Madencilik faaliyetlerinin her aşamasında insan hakları, kültürel kimlikler ve kültürel miras devletin güvencesi altında olmalıdır. Madencilik faaliyetleri nedeniyle yerel halkın mevcut yaşam standartlarının olumsuz yönde etkilenmesine izin verilmemeli, sağlıklı ve temiz bir çevrede yaşamlarını sürdürebilme hakları korunmalıdır.

Maden işletmelerinde emeğin örgütlenmesi teşvik edilmeli, çalışanların örgütlenme tercihlerine ve toplu sözleşme haklarına saygı duyulmalıdır. Madencilik faaliyetinde bulunan firmalar ya da kamu kuruluşlarının, çalışanların iş yapma yetenekleri ile ilgisi olmayan faktörlere dayanarak işe alma, ücretlendirme, fazla mesai, eğitime erişim, terfi, işten çıkarma, emeklilik ve benzeri kararlarında ayrımcılık yapmaları engellenmelidir.

Madencilik sektöründe çocuk işçiliğinin önlenmesine yönelik gerekli yasal ve idari her türlü tedbir alınmalıdır. Maden işletmelerinde kadın çalışanların sayısının artırılması ve rollerinin güçlendirilmesi sağlanmalıdır. Mülteci, göçmen ya da sığınmacı işçilerin diğer çalışanlarla aynı muameleye tâbi ve eşit haklara sahip olmaları sağlanmalıdır.

b) Bilimsel madencilik

Madencilik sektörüne ilişkin tüm amaç ve hedefler ile uygulamalar, bilimsel ve teknik temeller üzerinde geliştirilmeli, bilimsel bilgi ile desteklenmeyen söylem ya da tasarımlardan uzak durulmalıdır.

c) Ulusal yarar / kamu yararı

Madencilik faaliyetleri, ulusal amaç ve hedeflerle uyumlu olmalı, kamu yararı öncelikli olarak göz önünde tutulmalıdır. Her hangi bir madencilik faaliyeti, faaliyette bulunan firmaya gelir ya da devlete vergi sağlamanın ötesinde bir fayda yaratmıyorsa ülke ve toplum çıkarlarına hizmet etme noktasında eksik demektir.

Madencilik faaliyetleri, esas olarak ekonomik kalkınmaya ve yoksulluğun azaltılarak gelir dağılımının düzeltilmesi hedeflerine yönlendirilmelidir. Madencilik faaliyetleri sonucunda ortaya çıkan fayda ve maliyetin topluma adil bir şekilde dağıtılması sağlanmalıdır.

d) Kaynakların verimli kullanımı

Madencilik faaliyetlerinde doğal kaynakların verimli kullanılması sağlanmalı ve kamu yararına olmayan amaçlarla kaynak kayıplarına yol açılması önlenmelidir. Doğal kaynakların, gelecek nesillerin mahrumiyetine yol açacak şekilde tüketilmesi engellenmelidir.

e) Maden aramaları

Devlet, ülke yeraltı kaynaklarının aranarak tamamen ortaya çıkarılmasından sorumludur. Aramalarla ilgili etkin yasal ve yönetsel yapıların tesisi ve çağdaş teknolojilerin kullanıldığı arama faaliyetlerinin kamu denetiminde ve mutlaka rasyonel bir plan çerçevesinde yürütülmesi gerekir. Kamu idaresi, aramaların sonuçlarından tüm vatandaşları bilgilendirmelidir.

Arama politikaları bilimsel araştırmaların ışığında belirlenmelidir. Maden arama politikalarının tasarımında stratejik ya da kritik madenler öncelikli olarak dikkate alınmalıdır.

f) Planlama

Madencilik sektörü, ülke ekonomisinin bütününden yola çıkılarak ve ilişkili olduğu tüm diğer ekonomik sektörler de dikkate alınmak suretiyle detaylı ve kapsamlı bir şekilde planlanmalıdır. Planlamada; hammadde arz güvenliğinin sağlanması, dışa bağımlılığın azaltılması ve katma değer artırılması özellikle hedeflenmelidir.

Madencilik sektöründe üretimin hedefi dış satım değil, ülke sanayi sektörleri olmalıdır. Madencilik sektörünün ülke kalkınmasındaki kritik önemi, fazla miktarlarda üretilip yurt dışına satılarak döviz elde edilmesinde değil, ancak, yerli sanayiye düşük maliyette ve kaliteli girdi sağlamasındadır. Bu

çerçeve, madencilik sektörünün planlanmasında yerel, bölgesel ve ulusal sanayiler ile entegrasyon ön planda tutulmalıdır.

Madencilik sektöründe öncelikli hedef üretim ve üretim kapasitesinin artırılması değil, üretimde verimlilik ve kalitenin artırılması olmalıdır. Madencilik üretimleri, inşaat gibi ikincil ekonomik faaliyetler yerine, inovasyonun, bilgi ve yüksek teknolojinin öne çıktığı, düşük enerji yoğunluklu üçüncü ve dördüncü seviye ekonomik faaliyetleri hedeflemelidir. Ülkemiz için stratejik madenler bu çerçevede belirlenmeli, bu madenlerin güvenli teminine yönelik detaylı planlamalar yapılmalıdır.

Madencilik sektöründe maden havzalarının “Genel Havza Planlaması”na dayanan bir disiplin içerisinde ele alınmaması önemli kaynak kayıplarına, verimsizlik ve iş güvenliği sorunlarına yol açmaktadır. Maden havzaları; madenler, yöre sanayisi, tarımı, ormanları, su kaynakları, toplumsal-ekonomik durumu bir arada ve bütünlük olarak ele alınarak projelendirilip işletilmelidir. Maden sahalarının harita üzerinde birbirinden ayrılmış parçalar halinde işletilmesi uygulaması sürdürülebilir doğal kaynak yönetimine aykırıdır.

g) Hesap verilebilirlik ve şeffaflık

Madencilik sektöründe faaliyet gösteren kamu ve özel kuruluşlarda hesap verilebilirlik ve şeffaflık sağlanmalıdır. Toplumun, ülkedeki madencilik faaliyetlerinin tamamından bilgi sahibi olma hakkı vardır. Madencilik faaliyetlerinin her aşamasında alınan kararlardan toplumun tüm kesimleri bilgilendirilmelidir. Herhangi bir madencilik faaliyeti için devletten izin talebinde bulunan firmalar; talebin kapsamını, detaylarını ve muhtemel sonuçlarını yerel topluluklar ve ilgili tüm taraflarla tartışmalı, faaliyetleriyle ilgili olarak kamuoyunu yazılı raporlarla bilgilendirmelidir.

Yerel halkın onayını almamış hiçbir ekonomik girişimin ülkeye yarar getirmesi beklenemez. Madencilik sektörüne ilişkin alınacak kararlarda ilgili yöre halkının da demokratik katılımı sağlanmalıdır. Madencilik firmaları, faaliyetlerden etkilenmesi muhtemel topluluklara görüşlerini ifade etme fırsatı vermeli ve olumsuz etkilerin azaltılmasına yönelik önlemlerin geliştirilmesi sürecine dâhil etmelidir.

Gerek devlet gerekse madencilik faaliyetinde bulunan firmalar, madencilik faaliyetlerinden kaynaklanan (insan hakları, etik, toplumsal ya da çevresel) olumsuzlukları rapor etmek üzere

Çalışanların ya da yerel toplulukların kolaylıkla erişebilecekleri, etkin çalışan ve güvenli bir mekanizmayı sağlamalıdırlar.

Madencilik faaliyetlerinden elde edilen kazanç, vergi ya da devlet hakkı gibi gelirlere ilişkin bilgiler, bu gelirlerin yerel, bölgesel ya da ulusal düzeyde nasıl paylaştırıldığı bilgisi de dâhil olmak üzere açık ve şeffaf bir şekilde toplumun bilgisine sunulmalıdır.

h) Yerelin hakları

Madencilik faaliyetlerinden elde edilen gelirlerin, ülkenin sürdürülebilir kalkınma hedefleri doğrultusunda harcanması sağlanmalı, bu çerçevede madencilik faaliyetlerinin yapıldığı bölgenin kalkınmasına öncelik verilmelidir. Firmalar, faaliyette buldukları bölgedeki yerel toplulukların uzun vadeli toplumsal, kültürel, çevresel ve ekonomik gelişimlerine sürekli katkıda bulunmalıdır.

Elde edilen gelirlere faaliyetlerin yapıldığı bölgeye ve yerel topluluklara istihdam, eğitim ve sağlık hizmetlerinin getirilmesi amacıyla harcama yapılması sağlanmalıdır.

Madencilik faaliyetleri için gereken istihdam öncelikli olarak faaliyetin yapıldığı bölgeden sağlanmalı ve eğitim ya da deneyim ihtiyacı gibi nedenlerden bölge ya da ülke dışından yapılan işçi ya da yönetici düzeyindeki istihdam zaman içerisinde gereken çalışmalar yapılarak bölge ya da yurt içine yönlendirilmelidir.

Madencilik faaliyetleri için gereken mal ve hizmetin tedarikinde -sırasıyla- faaliyetin yapıldığı bölge, yakın çevresi ya da yurt içi öncelikli olmalıdır.

i) Çevre

Madencilik sektöründe, çevre dostu teknoloji ve yöntemlerin kullanılması teşvik edilmeli, madencilik süreçlerinde ya da sonrasında çevrenin korunmasına ya da yenilenmesine yönelik önlemlerin alınması sağlanmalıdır.

Madencilik faaliyetlerinin yürütüldüğü çevredeki doğal kaynakların (toprak, bitki, hayvan, su, hava) sürdürülebilir ve verimli kullanımı temin edilmelidir.

Madencilik faaliyetlerinin her aşamasında çevreye olan zararın en aza indirilmesi sağlanmalı, “sıfır atık” öncelikli hedef olmalıdır.

Firmalar, faaliyetlerinden etkilenmesi muhtemel biyoçeşitlilik ve ekosistemin korunması ve desteklenmesine yönelik tüm önlemleri almalıdır.

Madencilik faaliyetlerinin her aşamasında faaliyetlerin çevre ve sosyal çevre üzerindeki potansiyel etkileri belirlenmeli, bu etkilerin olası sonuçları ortaya konulmalı, olumlu etkilerin güçlendirilmesi, olumsuz etkilerin ise kabul edilebilir bir düzeye indirilmesi ya da tamamen ortadan kaldırılması amacıyla faaliyeti yapan firmalardan gerekli ve yeterli taahhütler alınmalıdır.

Madencilik faaliyetlerine, faaliyet sonrası kapatma ve çevre düzenlemeleriyle ilgili yeterli finansal güvencenin mevcudiyeti halinde izin verilmelidir. Firmalar, madencilik faaliyetine ilişkin olarak toplumsal ve çevresel önlemleri içeren bir kapatma planını faaliyetin başlangıcından itibaren hazırlamalı ve düzenli olarak güncellemelidir. Kapatma sonrasındaki süreç devlet tarafından izlenmeli ve denetlenmeli, görevli ve sorumlu kamu kuruluşlarının izleme ve denetleme konusunda yeterli kapasiteye sahip olmaları sağlanmalıdır.

j) İş sağlığı ve güvenliği

Madencilik faaliyetlerinin her aşamasında en yüksek uluslararası iş sağlığı ve güvenliği standartlarının uygulanması sürekli izleme ve denetimler yoluyla sağlanmalıdır. Maden işletmelerinde iş sağlığı ve güvenliğine ilişkin riskleri azaltacak ve kaza, yaralanma ya da hastalık riskini en aza indirecek önlemlerin alınması öncelik olmalıdır.

Madencilerin meslek hastalıkları nedeniyle yaşamaları muhtemel sorunlar tüm yaşamları boyunca izlenmeli ve kontrol edilmeli, sorun ortaya çıktığında devlet tarafından çözümlenmelidir.

k) Teknoloji – inovasyon

Madencilik sektöründe aramadan uç ürüne kadar her aşamada ileri teknoloji kullanımı amaçlanmalıdır. Üretim ve kaynak performansının iyileştirilmesine ve yeni ürünlerin elde edilmesine yönelik olarak yeni gelişen teknolojilerin kullanımı, sektörün ülke kalkınmasına katkısı bakımından kritik önemdedir. Bu nedenle sektörde yüksek teknoloji kullanımı ve üretilmesi ile inovasyona yönelik araştırma-geliştirme çalışmaları teşvik edilmelidir. İleri üretim teknolojilerinin geliştirilmesi ve kullanımı, daha temiz ve daha verimli madencilik süreç ve ürünlerinin temini bakımından da önkoşuldur.

Madencilik makine ekipman ve teknolojilerinin üretilebileceği bir sanayinin geliştirilmesi teşvik edilmelidir.

l) Eğitim

Madencilik sektöründeki eğitim ve öğretim konusu yeniden ele alınmalı ve sektörün gereksinim ve beklentileri yansıtılmalıdır. Madencilik sektöründe, yeni teknolojilere uyum sağlayacak ve bunları kullanabilecek nitelikli işgücünün oluşturulması sağlanmalıdır.

m) Kamu kuruluşlarının yetkinliği

Madencilik sektöründen sorumlu ve görevli kamu kuruluşlarının; mühendislik, projecilik, işletmecilik, iş sağlığı ve güvenliği ve benzeri konularda endüstriye yol göstericilik yapabilecek kapasiteye sahip olması sağlanmalıdır. Kamu otoritesi, madencilik faaliyetlerinin ulusal strateji ve hedeflerle ne ölçüde uyumlu olduğunu belirleyebilecek yetkinlikte olmalıdır. Kamu madencilik kuruluşlarında liyakat sisteminin tesis edilmesi sağlanmalıdır.

n) Toplumsal / demokratik katılım

Toplumsal, ekonomik ve çevresel bakımdan sürdürülebilir bir madencilik sektörünün gelişimi; devlet, sektörde faaliyet gösteren kurum ve kuruluşlar ile demokratik kitle örgütleri ve sivil toplum örgütlerinin yapıcı işbirliği ile mümkündür. Sektördeki planlama ya da düzenlemelerde söz konusu tarafların doğrudan katılımları sağlanmalıdır.

KAYNAKLAR

ASI (Aluminium Stewardship Initiative) (2017), ASI Performance Standard Version 2, December 2017.

Bastida, Elizabeth (2002a), Mineral Law and Policy, Unit 1: Fundamentals of Mineral Law and Policy, University of Dundee, Centre for Energy, Petroleum & Mineral Law & Policy in collaboration with the Centre for Medical Education.

Bastida, Elizabeth (2002b), Mineral Law and Policy, Unit 2: Basic Instruments and Concepts of Mineral Law, University of Dundee, Centre for Energy, Petroleum & Mineral Law & Policy in collaboration with the Centre for Medical Education.

Bastida, Elizabeth (2002c), Integrating Sustainability into Legal Frameworks for Mining in Some Selected Latin American Countries, University of Dundee, Centre for Energy, Petroleum & Mineral Law & Policy in collaboration with the Centre for Medical Education, No. 120.

Bettercoal (2018), Bettercoal Code, Version 1.1 - July 2018.

- BMNT (Federal Ministry for Sustainability and Tourism) (2019), World Mining Data 2019, Vienna.
- Blinker, L. R. (1999), Mining and the Natural Environment, Mining, Environment and Development, Advance Copy, UNCTAD.
- CCCMC (China Chamber of Commerce of Metals, Minerals and Chemicals Importers and Exporters) (2015), Chinese Due Diligence Guidelines for Responsible Mineral Supply Chains.
- Corpuz, C. L. (1999), International Developments and Trends in the Mining Industry, National Workshop on Mining, Baguio City, Philippines.
- Cummins, Arthur B. ve Given, Ivan A. (1973), SME Mining Engineering Handbook, New York: Society of Mining Engineers, Vol. 1.
- Equator Principles (2020), The Equator Principles, <<https://equator-principles.com/wp-content/uploads/2020/01/The-Equator-Principles-July-2020.pdf>>, (erişim tarihi: 12.11.2019).
- ETKB (Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı) (2017), Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı 2015-2019 Stratejik Planı.
- Hartman, H. L. (1987), Introductory Mining Engineering, John Wiley & Sons, Inc.
- ICMI (International Cyanide Management Institute) (2016), The International Cyanide Management Code, <www.cyanidecode.org>, (erişim tarihi: 12.11.2019).
- ICMM (International Council on Mining & Metals) (2015), Sustainable Development Framework: ICMM Principles, Revised.
- IGF (Intergovernmental Forum on Mining, Minerals, Metals and Sustainable Development) (2013), IGF Mining Policy Framework – Mining and Sustainable Development.
- İMMİB (İstanbul Maden ve Metaller İhracatçı Birlikleri) (2019), İstatistikler, <<https://www.immib.org.tr/tr/online-islemler-istatistikler.html>>, (erişim tarihi: 12.11.2019).
- IRMA (Initiative for Responsible Mining Assurance) (2018), IRMA Standard for Responsible Mining, IRMA-STD-001.
- Karagöl, E.T., Kavaz, İ, Kaya, S., Özdemir, B. Z. (2017), Türkiye'nin Milli Enerji ve Maden Politikası, Siyaset, Ekonomi ve Toplum Araştırmaları Vakfı Yayını.

- MAPEG (Maden ve Petrol İşleri Genel Müdürlüğü) (2019a), Maden Üretim Değerleri, <http://www.mapeg.gov.tr/maden_istatistik.aspx>, (erişim tarihi: 12.11.2019).
- MAPEG (Maden ve Petrol İşleri Genel Müdürlüğü) (2019b), Madencilik İşkolunda Faaliyet Gösteren İşyeri ve İşçi Sayıları, <http://www.mapeg.gov.tr/maden_istatistik.aspx>, (erişim tarihi: 12.11.2019).
- MAPEG (Maden ve Petrol İşleri Genel Müdürlüğü) (2019c), Madencilik Sektörünün GSYH İçerisindeki Payı, <http://www.mapeg.gov.tr/maden_istatistik.aspx>, (erişim tarihi: 12.11.2019).
- MAPEG (Maden ve Petrol İşleri Genel Müdürlüğü) (2019d), Yıllar İtibarıyla Madencilik Sektörü İhracat ve İthalat Rakamları, <http://www.mapeg.gov.tr/maden_istatistik.aspx>, (erişim tarihi: 12.11.2019).
- MMSD (2002), Breaking New Ground, The Report of the Mining, Minerals and Sustainable Development Project, Earthscan Publications Ltd London.
- Orellana, M. A. (2002), Indigenous Peoples, Mining, and International Law, Working Paper No. 2, London: IIED.
- Otto, J. M. (1997), A National Mineral Policy as a Regulatory Tool, Resources Policy, Vol.23, No.1/2.
- Pring, G. W. (1999), International Law and Mineral Resources, Mining, Environment and Development, Advance Copy, UNCTAD.
- RJC (Responsible Jewellery Council) (2013), Code of Practices, November 2013.
- SSB (Cumhurbaşkanlığı Strateji ve Bütçe Başkanlığı) (2019), On Birinci Kalkınma Planı (2019-2023).
- Tamzok, N. (2003), “Küresel Politikalar ve Türkiye Madencilik Sektörü”, Demirci, A.G. (Der.), Liberal Reformlar ve Devlet (Kamu İşletmeciliği Geliştirme Merkezi Vakfı): 29-42.
- Tamzok, N. (2005a), “Madencilik Politikası ve Maden Hukuku”, Eskikaya, Ş., Karpuz, C., Hindistan, M.A., Tamzok, N. (Der.), Maden Mühendisliği Açık Ocak İşletmeciliği El Kitabı (TMMOB Maden Mühendisleri Odası): 1-56.
- Tamzok, N. (2014), “Soma: Bir Facianın Tarihiçesi”, Dünya Gazetesi, 30 Haziran – 5 Temmuz 2014.

- Tamzok, N. (2005b), “Türkiye Madencilik Sektöründe Yapısal Dönüşüm ve Sonuçları”, Onur, A.H., Tanrıverdi, M. (Der.), Türkiye 19. Uluslararası Madencilik Kongresi Bildiriler Kitabı (TMMOB Maden Mühendisleri Odası): 5-20.
- Türk, H. S. (1981), “Madenlerin Devletleştirilmesi”, Türkiye Madencilik Bilimsel ve Teknik 7. Kongresi Bildiriler Kitabı, Ankara.
- UNDP (United Nations Development Programme) (2018), Managing Mining for Sustainable Development, UNDP Bangkok Regional Hub and Poverty-Environment Initiative Asia-Pacific of UNDP and UN Environment.
- United Nations (1962), 1803 (XVII) Permanent Sovereignty Over Natural Resources, Official Document System of the United Nations (ODS).
- United Nations (2002), Report of the World Summit on Sustainable Development, Johannesburg, South Africa.
- USGD (United States Geological Survey) (2019), Mineral Commodity Summaries 2019.
- Walde, T. (1988), Mineral Development Legislation: Result and Instrument of Mineral Development Planning, Natural Resources Forum, Volume 12, No 2.
- World Bank –IFC (International Finance Corporation) (2012), IFC Performance Standards on Environmental and Social Sustainability.

TÜRKİYE'NİN KRİTİK HAMMADDE POTANSİYELİ, İHTİYACI VE YÖNETİMİ

Okay ÇİMEN
Munzur Üniversitesi, Coğrafya Bölümü
okaycimen@gmail.com

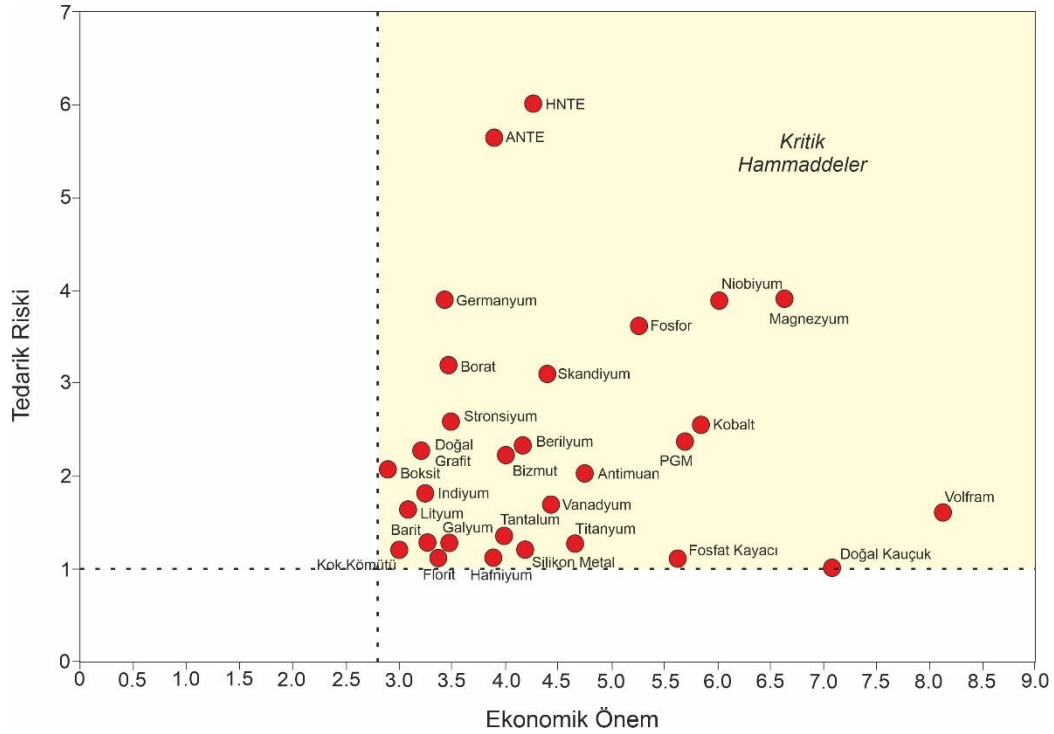
ÖZ: İleri teknoloji uygulamalarında zorunlu hammadde girdisi olan kritik mineraller (nadir toprak elementleri, Li, Ni, Co, Mn, V, Ti, Mg vb.) küresel ölçekte ciddi tedarik riskleri barındırmaktadır. Bu hammaddelerin arzı büyük ölçüde Çin başta olmak üzere sınırlı sayıda ülkenin kontrolünde olup, ileri teknoloji üreten ülkeler açısından stratejik bir kırılma noktası oluşturmaktadır. Özellikle nadir toprak elementlerinde küresel arzın yaklaşık %85'inin Çin kaynaklı olması bu bağımlılığı açıkça ortaya koymaktadır. Son on yılda ABD, AB, Japonya, Güney Kore, Avustralya ve Kanada gibi ülkeler, kritik hammaddeler için güvenilir ve kesintisiz tedarik zincirleri oluşturmayı stratejik bir öncelik haline getirmiştir. Pandemi, jeopolitik gerilimler ve bölgesel çatışmalar, bu hammaddelerin kriz dönemlerinde erişilebilirliğinin hayati önemini net biçimde göstermiştir. Öte yandan, 2050 yılına kadar hedeflenen sıfır karbon emisyonu doğrultusunda yenilenebilir enerji, e-mobilite, savunma ve uzay teknolojilerine geçiş, kritik hammaddelere olan talebi hızla artıracaktır. Li-iyon bataryalar, NdFeB mıknatıslar ve güneş panelleri gibi teknolojiler; Li, grafit, Ni, Co, Nd, Dy, Tb, Ga ve In gibi elementlere olan talebi katlayarak artırmaktadır. Buna karşın, kritik hammaddelerin geri dönüşüm oranları halen düşük seviyededir ve orta vadede ihtiyacın büyük kısmının doğal kaynaklardan karşılanması kaçınılmazdır. Bu çerçevede, Türkiye'de savunma sanayi ve ileri teknoloji sektörleri için kritik hammaddelerde güvenilir tedarik zincirlerinin kurulması stratejik bir zorunluluktur. Madencilik faaliyetlerinin uluslararası standartlarda geliştirilmesi, elektronik atıklardan geri kazanımın artırılması ve konsantre ihracatı yerine ara ve uç ürün üretimine yönelik politikaların hayata geçirilmesi büyük önem taşımaktadır. Türkiye, sahip olduğu kaynak potansiyeli ve nitelikli insan gücü ile bu alanda önemli bir avantaj sunmaktadır.

Anahtar Kelimeler: Kritik Hammaddeler, tedarik riski, ileri teknoloji, madencilik, geri dönüşüm, Türkiye

1. KRİTİK HAMMADDELER

Kritik hammaddeler, ileri teknoloji uygulamalarında kullanılan ve aynı zamanda yüksek ekonomik öneme sahip olup tedarik riski barındıran hammaddeleri ifade etmektedir. Avrupa Komisyonu tarafından Avrupa Birliği'nin kritik hammadde listesi 2011 yılından itibaren üçer yıllık periyotlar halinde yayımlanmaktadır. Örneğin 2020 yılında yayımlanan listeye göre, en yüksek tedarik riskine sahip kritik hammaddeler nadir toprak elementleri (NTE) olarak sınıflandırılmıştır. Bu kapsamda NTE'ler hafif nadir toprak elementleri ve ağır nadir toprak elementleri olmak üzere iki ana gruba ayrılmıştır. Söz konusu listede, ekonomik önem ve tedarik riski kriterleri dikkate alınarak toplam 34 kritik hammadde tanımlanmıştır (Şekil 1; Avrupa Komisyonu, 2020). Üçer yıllık güncellemeler ile bazı hammaddeler listeden çıkarılabilmekte, bazıları ise ilk kez kritik hammadde

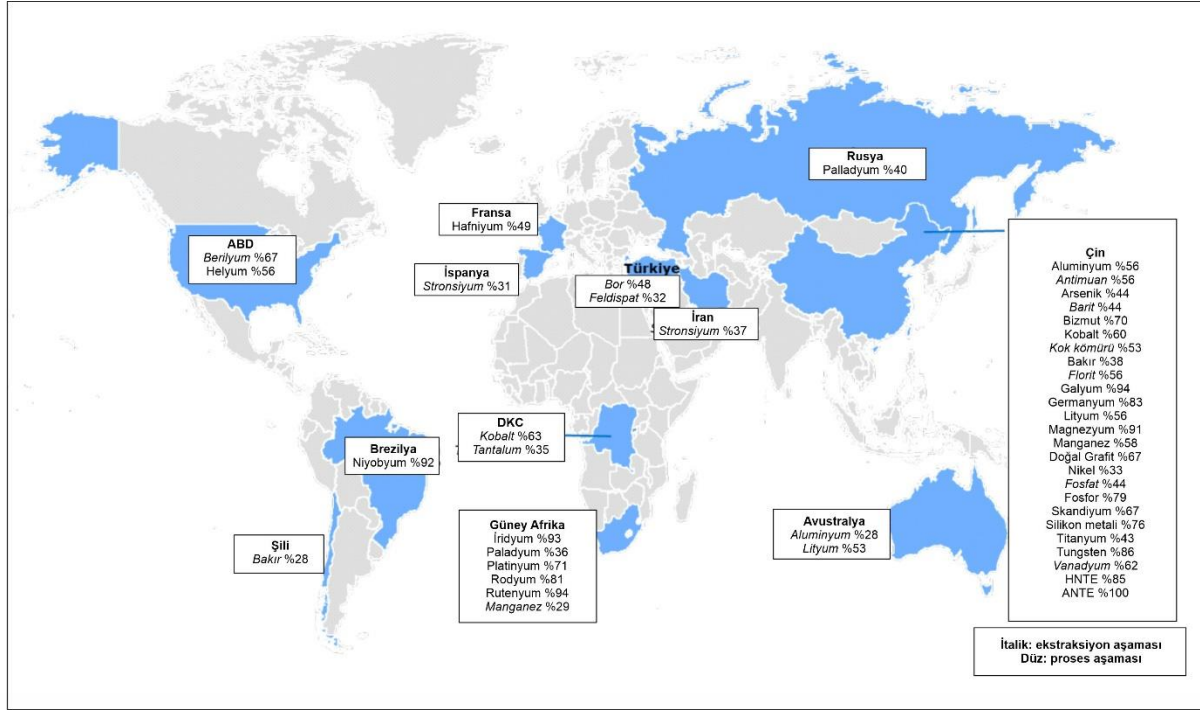
olarak tanımlanabilmektedir. Avrupa Birliği'ne ek olarak Japonya, Güney Kore, Birleşik Krallık, ABD, Avustralya ve Kanada gibi ülkeler de kendi ekonomik ve stratejik öncelikleri doğrultusunda kritik hammadde listeleri yayımlamaktadır.



Şekil 1. Kritik hammaddeler (Avrupa Komisyonu, 2020'den değiştirilmiştir)

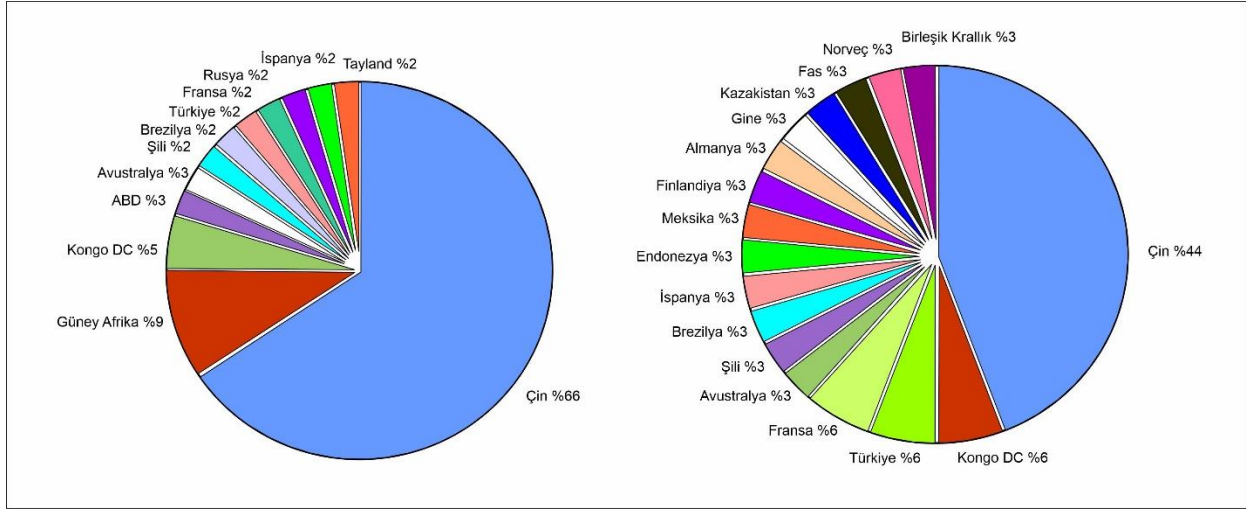
2. KAYNAK ÇEŞİTLİLİĞİ

Kritik hammaddelerin uluslararası tedarik zincirinde dünya genelinde büyük ölçüde Çin'e bağımlılık söz konusudur (Şekil 2; Avrupa Komisyonu, 2020). En yüksek bağımlılık oranları hafif nadir toprak elementleri (%85) ve ağır nadir toprak elementleri (%100) için geçerlidir. Berilyum (%67) ve helyum (%56) tedarikinde ise başta Amerika Birleşik Devletleri olmak üzere sınırlı sayıda ülkeye bağımlılık bulunmaktadır. Kobalt (%63) ve tantalum (%35) arzı büyük ölçüde Demokratik Kongo Cumhuriyeti kaynaklıdır. Güney Afrika ise özellikle platin grubu elementlerde küresel tedarikin önemli bir bölümünü karşılamaktadır (Şekil 2). Türkiye, kritik hammaddeler açısından bor (%48) ve feldispat (%32) üretiminde küresel ölçekte önemli bir konuma sahiptir. Buna karşın, niyobyum, hafniyum ve lityum gibi stratejik hammaddelerin arzı büyük oranda sırasıyla Brezilya, Fransa ve Avustralya tarafından sağlanmaktadır (Şekil 2). Bu dağılım dikkate alındığında, kritik hammaddeler özelinde küresel kaynak çeşitliliğinin sınırlı olduğu ve bu durumun ileri teknoloji üreten ülkeler için dönemsel ve yapısal tedarik riskleri oluşturduğu açıkça görülmektedir.



Şekil 2. Dünya geneli kritik hammaddelere olan bağımlılık oranları ve ülkelere göre dağılımları (Avrupa Komisyonu, 2020'den değiştirilmiştir)

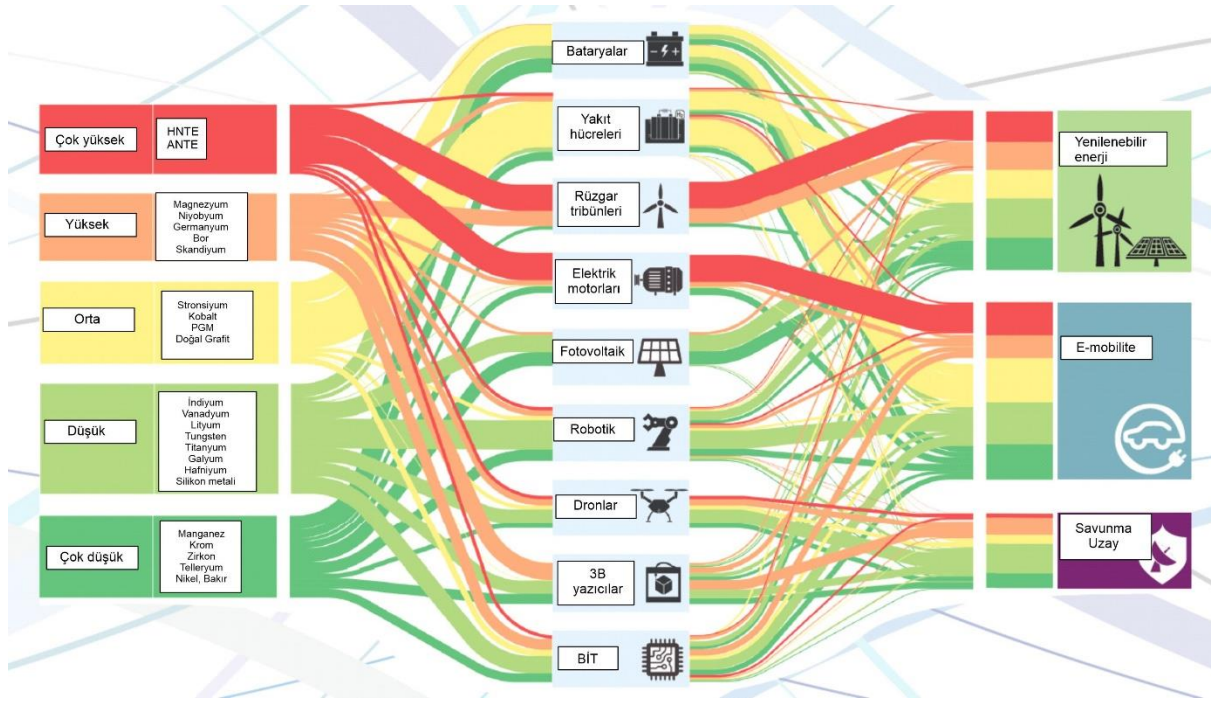
Kritik hammaddelerin küresel tedarik zincirinde dünya genelinde %66 oranında Çin'e bağımlılık bulunmaktadır (Şekil 3). Çin'i %9'luk pay ile Güney Afrika, onu ise %5'lik oranla Demokratik Kongo Cumhuriyeti izlemektedir. Amerika Birleşik Devletleri ve Avustralya %3'lük pazar payına sahipken; Şili, Brezilya, Türkiye, Fransa, Rusya, İspanya ve Tayland küresel ölçekte yaklaşık %2'lik paylara sahiptir (Şekil 3). Avrupa Birliği özelinde değerlendirildiğinde ise kritik hammaddelerdeki en yüksek bağımlılık %44 oranı ile yine Çin'e aittir. Çin'i %6'lık paylarla Demokratik Kongo Cumhuriyeti, Türkiye ve Fransa izlemektedir (Şekil 3). Diğer ülkelerin Avrupa Birliği tedarik zincirindeki payları ise genel olarak %3 seviyelerinde seyretmektedir. Bu dağılımlar dikkate alındığında, Avrupa Birliği'nin küresel ortalamaya kıyasla kaynak çeşitliliğini görece artırdığı ve Çin'e olan bağımlılığını nispeten azalttığı görülmektedir (Şekil 3; Avrupa Komisyonu, 2020).



Şekil 3. Dünya geneli ve Avrupa Birliği'nin kritik hammaddelere olan bağımlılık oranları ve ülkelere göre dağılımları (Avrupa Komisyonu, 2020'den değiştirilmiştir)

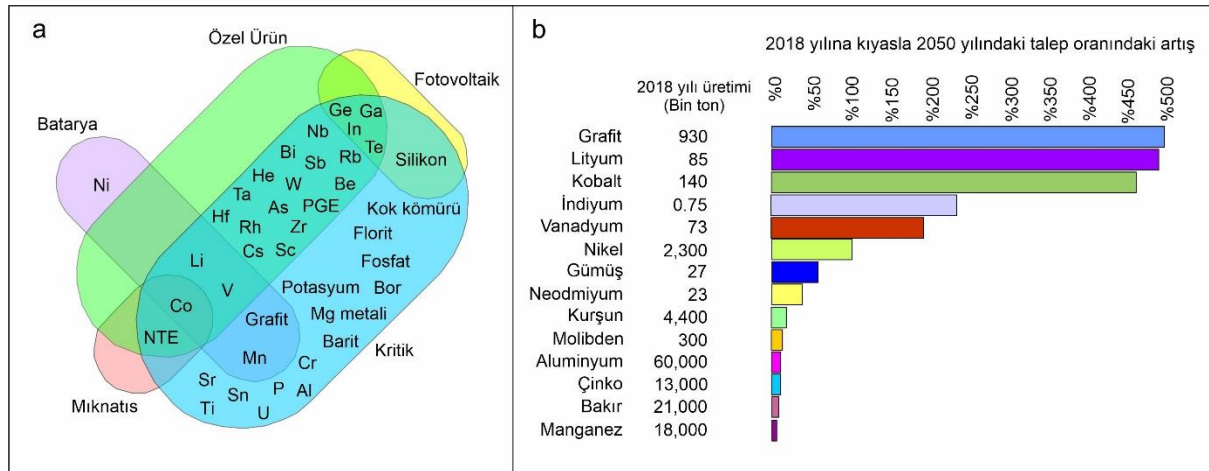
3. YEŞİL TEKNOLOJİLERE DÖNÜŞÜM

2050 yılına kadar hedeflenen sıfır karbon emisyonu doğrultusunda yeşil teknolojilere olan talebin hızlı bir artış göstermesi beklenmektedir. Bu kapsamda, yenilenebilir enerji, e-mobilite ile savunma ve uzay endüstrilerinin ön plana çıkacağı öngörülmektedir (Şekil 4; Avrupa Komisyonu, 2020). Alt sektörler bazında değerlendirildiğinde; batarya ve yakıt hücreleri, rüzgâr türbinleri, elektrik motorları, fotovoltaik sistemler, robotik, insansız hava araçları (dronlar), üç boyutlu yazıcılar ile bilgi ve iletişim teknolojilerinin dönüşüm sürecinde belirleyici bir rol üstleneceği düşünülmektedir. Bu alt sektörlerde kullanılan kritik hammaddeler ve bunlara ilişkin tedarik risk seviyeleri Şekil 4'te sunulmaktadır. En yüksek tedarik riski, rüzgâr türbinleri ve elektrik motorlarında yaygın olarak kullanılan NdFeB mıknatıslarına bağlı olarak nadir toprak elementlerinde görülmektedir. Buna ek olarak, magnezyum, niyobyum, germanyum, bor ve skandiyum gibi kritik hammaddeler, nispeten daha düşük oranlarda olmakla birlikte yine yüksek tedarik riski taşımakta ve yeşil teknolojilere geçiş sürecinde hemen hemen tüm alt sektörlerde kullanılmaktadır (Şekil 4). Diğer kritik hammaddeler ise orta, düşük ve çok düşük tedarik riski seviyelerinde sınıflandırılmaktadır. Bu değerlendirmeler, 2050 yılına kadar hedeflenen sıfır karbon emisyonu kapsamında yeşil teknolojilere yönelik talebin artacağını ve buna paralel olarak kritik hammaddelere olan ihtiyacın da önemli ölçüde yükseleceğini açıkça ortaya koymaktadır.



Şekil 4. Kritik hammaddelerin tedarik risk seviyeleri ile yeşil teknolojilere dönüşüm kapsamında kullanım alanları (Avrupa Komisyonu, 2020'den değiştirilmiştir)

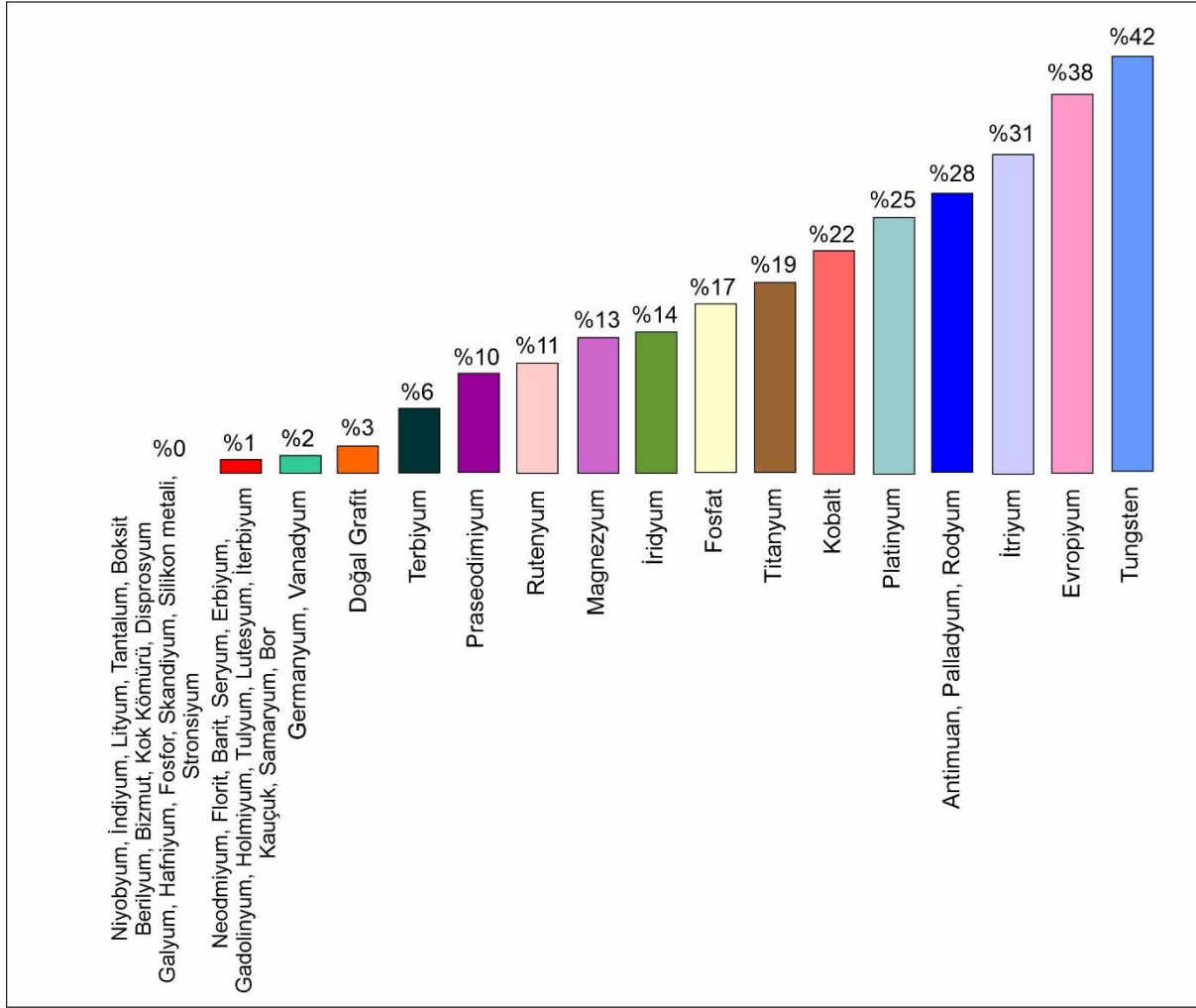
Yeşil teknolojilere geçiş sürecinde ana talep artışının, daimî mıknatıslar (NdFeB ve SmCo), bataryalar (Li-iyon ve V-redoks), fotovoltaik sistemler (güneş panelleri) ve bazı özel teknoloji ürünlerinde yoğunlaşacağı öngörülmektedir (Şekil 5'a; Simald vd., 2021). Bu gruplar içerisinde daimî mıknatıslar ve bataryalar kritik öneme sahiptir. NdFeB ve SmCo tipi daimî mıknatıslarda başlıca nadir toprak elementleri (Nd, Pr, Dy, Tb ve Sm) ile kobalt kullanılmaktadır. Li-iyon bataryalarda ise nikel, kobalt, lityum, grafit ve manganez temel hammadde girdileri konumundadır. Henüz Ar-Ge aşamasında bulunan ve gelecekte ticarileşmesi beklenen V-redoks batarya teknolojisinde ise vanadyum ana kritik mineral olarak öne çıkmaktadır (Şekil 5a). Fotovoltaik sektöründe kullanılan güneş panellerinde ise germaniyum, galyum, indiyum ve telluryum başlıca kritik hammaddeler arasındadır. Bu veriler, kritik hammaddelerin yeşil teknolojilerin temel sektörleri olan daimî mıknatıs, batarya ve fotovoltaik endüstrilerinde vazgeçilmez girdiler olduğunu açıkça ortaya koymaktadır (Şekil 5). Nitekim 2018 yılı üretim miktarları esas alındığında, 2050 yılına kadar grafit, lityum ve kobalt taleplerinde %450–500 aralığında artış öngörülmektedir (Şekil 5b; Simald vd., 2021). Nikel, vanadyum ve indiyum için beklenen talep artışının ise %100–250 arasında olacağı tahmin edilmektedir. Diğer kritik hammaddelerdeki talep artışlarının ise görece daha sınırlı seviyelerde kalması beklenmektedir.



Şekil 5. Kritik hammaddelerin yeşil teknolojilere dönüşüm kapsamında kullanım alanları ile 2050 yılına kadar beklenen talep artışları (Simandl vd., 2021'den değiştirilmiştir)

4. GERİ DÖNÜŞÜM

Kritik hammaddelere yönelik artan talep doğrultusunda, dünya genelinde geri dönüşüm odaklı çok sayıda Ar-Ge projesi yürütülmektedir. Tungsten, evropiyum, itriyum, antimuan, palladyum, rodyum, platinyum, kobalt, titanyum, fosfat, iridyum, magnezyum, rutenyum ve praseodimiyum gibi kritik hammaddelerde geri dönüşüm oranları %10 ile %42 arasında değişmektedir (Şekil 6; Avrupa Komisyonu, 2020). Buna karşın, terbiyum, doğal grafit, germanyum, vanadyum, neodmiyum, florit, barit, seryum, erbiyum, gadolinyum, holmiyum, tulyum, lütesyum, iterbiyum, kauçuk, samaryum ve bor gibi kritik hammaddelerde geri dönüşüm oranları oldukça düşük olup %1–6 aralığında kalmaktadır. Daha da dikkat çekici olarak, niyobyum, indiyum, lityum, tantal, boksit, berilyum, bizmut, kok kömürü, disprosyum, galyum, hafniyum, fosfor, skandiyum, silikon metali ve stronsiyum için geri dönüşüm oranı halen %0 seviyesindedir. Bu veriler, kritik hammaddeler özelinde geri dönüşüm oranlarının genel olarak düşük olduğunu ve mevcut talebi karşılamada geri dönüşümün tek başına yeterli olmadığını açıkça göstermektedir. Gelecekte beklenen talep artışı da dikkate alındığında, madencilik faaliyetlerinin önümüzdeki dönemde de kritik hammaddelerin arzında temel rolünü sürdüreceği anlaşılmaktadır. Bununla birlikte, halihazırda yürütülen geri dönüşüm odaklı Ar-Ge projelerinin, orta ve uzun vadede bu oranları artırarak birincil kaynaklara olan bağımlılığı kısmen azaltması beklenmektedir.

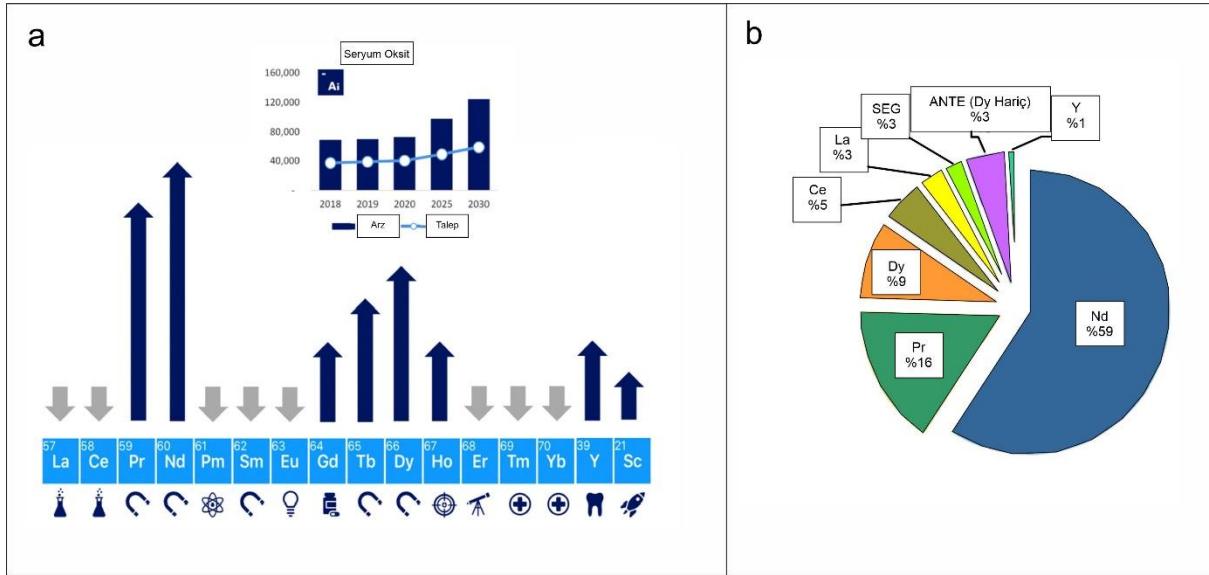


Şekil 6. Kritik hammaddelerin geri dönüşüm oranları (Avrupa Komisyonu, 2020'den değiştirilmiştir)

5. NADİR TOPRAK ELEMENTLERİ EKOSİSTEMİ

Kritik hammaddelerin en önemli temsilcileri arasında yer alan nadir toprak elementleri için öngörülen fiyat projeksiyonları incelendiğinde, en belirgin artışın NdFeB mıknatıslarında kullanılan Nd, Pr, Dy ve Tb elementlerinde gerçekleşmesi beklenmektedir (Şekil 7a; Adamas Intelligence, 2019). Buna ek olarak, mıknatıs, aydınlatma ve manyetik rezonans (MR) teknolojilerinde kullanılan Gd; lazer sistemlerinde kullanılan Ho; aydınlatma, seramik ve alaşım endüstrilerinde kullanılan Y; yakıt hücreleri ve özel alaşımlarda kullanılan Sc elementlerinde de fiyat artışları öngörülmektedir. Buna karşılık, diğer nadir toprak elementlerinde ise talep artışının sınırlı olması nedeniyle fiyatların düşüş eğiliminde olacağı tahmin edilmektedir (Şekil 7). Bu durumun temel nedenlerinden biri, nadir toprak elementlerinin doğası gereği birlikte üretim zorunluluğudur. Örneğin, bir cevherleşme alanında Nd ve Pr üretimi hedeflendiğinde, eş zamanlı olarak yüksek miktarlarda La ve Ce üretimi kaçınılmaz olmaktadır. Talep artışının sınırlı olduğu La ve Ce gibi elementlerde bu durum arz fazlasına yol

açmakta ve doğal olarak fiyatların düşmesine neden olmaktadır (Şekil 7a). Şekil 7b’de ise nadir toprak elementleri ekosistemi içerisindeki elementlerin ekonomik ağırlıkları sunulmaktadır. Buna göre, ekonomik değerin büyük bölümü NdFeB mıknatıslarında kullanılan Nd, Pr ve Dy elementlerinde yoğunlaşmaktadır. Buna karşılık La, Ce, orta grup NTE’ler (SEG: Sm, Eu, Gd), ağır nadir toprak elementleri ve Y, görece daha düşük ekonomik öneme sahiptir. Bu veriler, nadir toprak elementleri için tek ve homojen bir pazarın bulunmadığını; aksine kullanım alanlarına bağlı olarak farklı alt pazarların geliştiğini ve en yüksek ekonomik payın NdFeB mıknatıslarında kullanılan Nd, Pr, Dy ve Tb elementlerine ait olduğunu açıkça ortaya koymaktadır (Şekil 7).



Şekil 7. Nadir toprak elementleri özelinde beklenen talep artışı ile ekosistem içerisindeki ekonomik ağırlıkları (Adamas Intelligence, 2019’dan değiştirilmiştir)

6. TÜRKİYE’DEKİ DURUM

Türkiye’de kritik hammaddelere yönelik çalışmalar, kamu kurumları, üniversiteler ve özel sektör nezdinde son yıllarda belirgin biçimde hız kazanmıştır. Bu kapsamda, 11. Kalkınma Planı ve 12. Kalkınma Planı’nda, başta nadir toprak elementleri olmak üzere kritik hammaddelere yönelik önemli hedefler ve stratejik öncelikler tanımlanmıştır. Buna ek olarak, Sanayi ve Teknoloji Bakanlığı tarafından Ağustos 2024’te yayımlanan Yükselen Yenilikçi Teknolojiler Çağrısı kapsamında kritik hammaddeler öncelikli ürün listesine dâhil edilmiş ve bu alana yönelik çeşitli teşvik mekanizmaları hayata geçirilmiştir. Ayrıca, 26.07.2024 tarihli Resmî Gazete’de Türkiye’nin kritik hammadde listesi yayımlanarak bu alandaki kurumsal ve mevzuatsal çerçeve güçlendirilmiştir. Bu gelişmeler, Türkiye’nin küresel ölçekte kritik hammaddeler alanında yaşanan dönüşüme paralel şekilde, özellikle kamu liderliğinde stratejik ve planlı adımlar attığını göstermektedir. Türkiye’nin jeolojik yapısı, metalojenik kuşakları ve bilinen cevherleşme alanları dikkate alındığında, kritik hammaddeler için sürdürülebilir ve kesintisiz tedarik zincirlerinin kurulabilmesi açısından önemli bir kapasite ve

potansiyeye sahip olduğu açıktır. Artan farkındalık düzeyi, kurumsal koordinasyon ve destekleyici politika araçlarıyla birlikte değerlendirildiğinde, bu potansiyelin önümüzdeki süreçte etkin ve amaca yönelik biçimde kullanılmasının önünde yapısal bir engel bulunmamaktadır.

7. SONUÇLAR

- Kritik hammaddeler, ileri teknoloji ve yeşil dönüşüm süreçlerinin vazgeçilmez girdileri olup, küresel arzları sınırlı sayıda ülkenin kontrolünde olduğundan ciddi tedarik riskleri barındırmaktadır. Özellikle nadir toprak elementlerinde (NTE) Çin'e olan yüksek bağımlılık, teknoloji üreten ülkeler için stratejik bir kırılganlık oluşturmaktadır.

- 2050 yılına kadar hedeflenen sıfır karbon emisyonu doğrultusunda daimi mıknatıslar, bataryalar ve fotovoltaik sistemlere olan talep hızla artacak; buna paralel olarak Nd, Pr, Dy ve Tb gibi NdFeB mıknatıslarında kullanılan NTE'ler ile Li, Ni, Co, grafit ve vanadyum gibi batarya hammaddelerine olan ihtiyaç katlanarak yükselecektir.

- Nadir toprak elementleri için tek ve homojen bir pazar bulunmamakta; ekonomik değer büyük ölçüde NdFeB mıknatıslarında kullanılan sınırlı sayıdaki elementte yoğunlaşmaktadır. La ve Ce gibi elementlerde ise üretim fazlasına bağlı olarak fiyat baskısı oluşması beklenmektedir.

- Kritik hammaddelerde geri dönüşüm oranları genel olarak düşük seviyelerde olup, orta vadede artan talebin büyük ölçüde birincil jeolojik kaynaklardan karşılanması kaçınılmazdır. Ancak yürütülen geri dönüşüm odaklı Ar-Ge çalışmalarının uzun vadede arz güvenliğine katkı sağlaması beklenmektedir.

- Türkiye'de kritik hammaddelere yönelik olarak son dönemde kalkınma planları, bakanlık çağruları ve resmî mevzuat düzenlemeleriyle güçlenen kurumsal çerçeve; ülkenin jeolojik ve metalojenik potansiyeli ile birlikte değerlendirildiğinde, kamu liderliğinde sürdürülebilir ve kesintisiz tedarik zincirlerinin oluşturulması için güçlü bir zemin sunmaktadır. Artan farkındalık, akademik bilgi birikimi ve özel sektör kapasitesi sayesinde Türkiye'nin kritik hammaddeler alanında bölgesel ve küresel ölçekte stratejik bir aktör konumuna yükselmesi mümkündür.

KAYNAKLAR

Adamas Intelligence, (2019). Electric Growth EVs, Motors and Motor Materials.

Avrupa Komisyonu, (2020). Study on the EU's list of Critical Raw Materials. https://rmis.jrc.ec.europa.eu/uploads/CRM_2020_Report_Final.pdf

Simandl L, Simandl GJ, Paradis S. (2021). Specialty, critical, battery, magnet and photovoltaic materials: market facts, projections and implications for exploration and development. Geosci Can. 48:73–91. <https://doi.org/10.12789/geocanj.2021.48.17>.

TÜRKİYE BOR POTANSİYELİ, ENDÜSTRİYEL UYGULAMALAR ve GELECEĞİ

Cahit Helvacı

Dokuz Eylül Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi,

Jeoloji Mühendisliği Bölümü

cahit.helvacı@deu.edu.tr

ÖZ

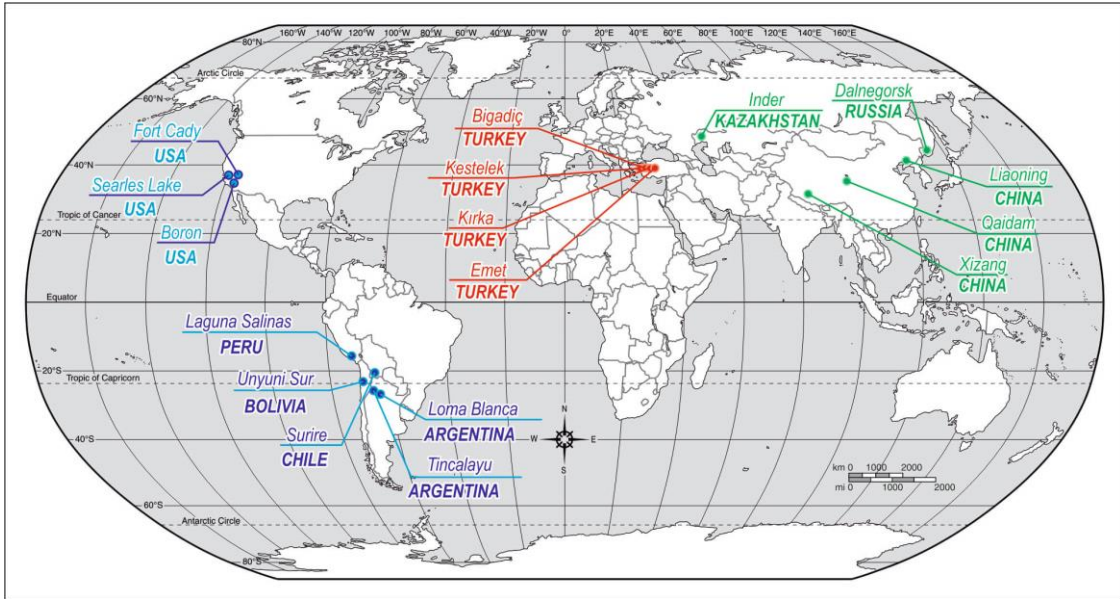
Batı Anadolu'da bor yataklarını içeren Neojen havzaları, NE-SW uzanımlı havzalarda (Bigadiç, Sultançayır ve Kestelek yatakları), ve Menderes Masifinin kuzey kesiminde gelişen NE-SW gidişli havzaların içinde (Selendi ve Emet havzaları) yer alır. Kırka bor yatağı ise daha doğuda, tamamen farklı bir jeolojik ortam ve volkanostratigrafik istif içinde oluşmuştur. Türkiye, dünyanın en büyük boraks, üleksit ve kolemanit yataklarına sahiptir. Tüm dünya ülkeleri, kolemanit üretimi yönünden tamamen, üleksit üretimi yönünden ise kısmen Türkiye'ye bağımlıdır. Bor mineralleri, borik oksit (B_2O_3) içeren bileşikler olarak tanımlanır. Minerallerin büyük bir kısmı, bor oksit içerir, fakat ve dünya çapında ticari öneme sahip başlıca üç bor minerali; boraks, üleksit ve kolemanittir. En önemli ticari bor yatakları, açık ocak yöntemiyle işletilmektedir. Bor içeren tuzlu çözeltiler Kuzey Amerika'daki Searles Gölü'nden ve Çin kaynaklarından da benzer şekilde, buharlaştırma veya karbonlaştırma yöntemleriyle elde edilir. Türkiye, dünyanın en büyük boraks, üleksit ve kolemanit rezervlerine sahip olup borik asit işlemler sonucu elde edilen son üründür. Günümüzde değişik sanayi dallarında kullanım alanı bulan bor ürünleri, teknolojinin gelişimine paralel olarak sürekli artış göstermektedir. Tüm gelişmiş modern endüstriler bor ve ürünlerini kullanmak zorundadır. Bor elementinin bitki ve diğer yaşamlar üzerinde oynadığı etki göz önüne alındığında, bor ürünlerini kullanmadan yaşamı hayal etmek mümkün değildir. Bundan dolayı, sürdürülebilir kalkınma için en önemli çalışma konularının başında bor ve bor ürünleri yer alacaktır. Borlardan sanayiye yönelik her türlü uç ürünleri geliştirmek, üretmek, disiplinler arası kısa ve uzun vadeli çalışmalar yapmak ve projeler oluşturmak için bor üretimini elinde bulunduran Eti Maden A.Ş. bağımsız ve özerk bir yapıya acilen kavuşturulmalıdır. Kısa ve uzun vadeli planlamalar çerçevesinde araştırma ile uygulama arasındaki boşluklar kapatılarak, gereksinimleri karşılayan, planlı ve ileriye yönelik araştırmalara hız verilmelidir. Bor madenlerinin üretimi ve pazarlanması, ham ve yarı mamul ürünlerin yerine mutlaka

uç ürünlere yönlendirilmeli ve bu amaç için gerekli yatırımlar acilen yapılmalıdır. Bu da ancak devlet ve özel sektör iş birliği ile gerçekleştirilebilir.

Anahtar Kelimeler: Batı Anadolu, Bor, Boraks, Kolemanit, Üleksit.

1. GİRİŞ

Doğada az bulunan ve duraysız elementlerden biri olan bor, yerkabuğunda ortalama 10 ppm'den daha az olarak gözlenmektedir. Bor elementinin yerkabuğundaki dağılımı çok az olmasına karşın, belli ortamlardaki bor konsantrasyonlarının çok belirgin orandaki artışı, ekonomik bor yataklarının oluşumunu sonuçlar (Şekil 1 ve 2).



Şekil 1. Dünyada ekonomik bor yataklarının dağılımı.

Türkiye bor yataklarının ayrıntılı mineral bileşimleri önemli derecede farklılıklar göstermektedir. Yaygın bir kalsiyum borat olan kolemanit, Kırka dışındaki tüm bor yataklarında egemendir. Üleksit (sodyum-kalsiyum borat) ve boraks (sodyum borat) önemli bor mineralleridir. Boraks minerali yalnızca Kırka yatağında gözlenmektedir. Türkiye, Dünya'nın en büyük boraks, üleksit ve kolemanit yataklarına sahiptir. Tüm dünya ülkeleri, kolemanit üretimi yönünden tamamen, üleksit üretimi için ise kısmen Türkiye'ye bağımlıdır.

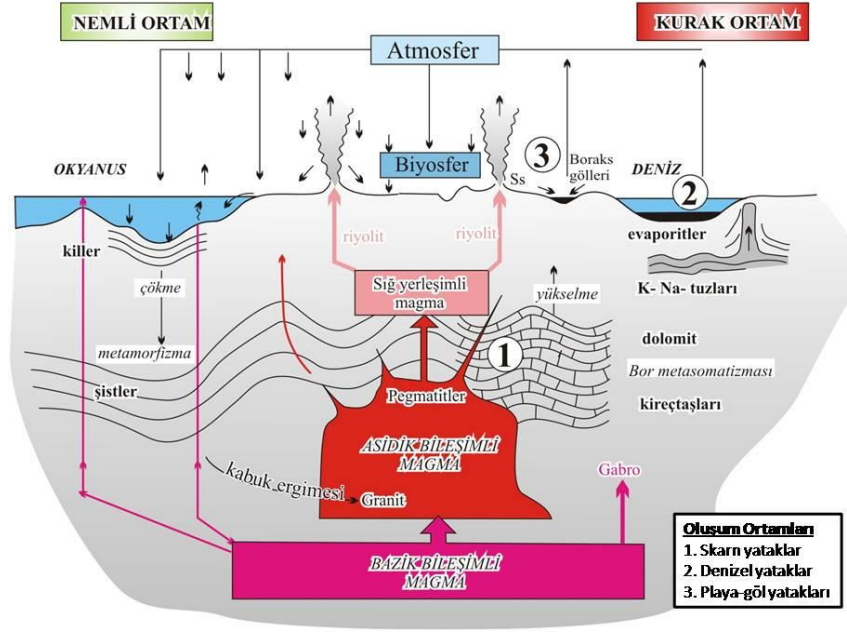
Endüstride ise borlar, borik asit içeren veya temin eden bir bileşik olarak tanımlanır. Çok sayıda mineral borik asit içerir, fakat tüm dünyada ekonomik olarak bilinen üç önemli mineral vardır: boraks, üleksit ve kolemanit. Bu üç mineral, dünya borat ihtiyacının yaklaşık %90'ını karşılayan başta Türkiye ve Amerika Birleşik Devletleri olmak üzere çok sınırlı sayıdaki ülkelerde üretilmektedir. Bor ve bor ürünlerinin katma değerleri çok yüksektir. Kullanım alanları bakımından stratejik öneme sahiptirler.

Türkiye bor üretiminde önder ülke olabilmek amacıyla son yıllarda ABD ile rekabet etmede büyük adımlar atmıştır. Bor mineralleri ve ürünleri, bugünün modern endüstrisinde geniş kullanım alanları bulmaktadır. Ekonomik ve ticari boyuttaki üleksit ve kolemanitin büyük bir kesimi Bigadiç ve Emet bölgesinden ve bunlara ek olarak boraks ise, Kırka 'daki büyük boyuttaki yataktan üretilmektedir. Borlar, olağan olarak borik asit veya B_2O_3 içeriği ile tanımlanır ve satılırlar. En önemli istatistiksel veriler B_2O_3 ton olarak listelenirler. Endüstride satılan ürünlerden en önemlisi boraks pentahidrat veya borik asit olup bunlar pazarlanan en önemli ticari ürünlerdir.

2. BULGULAR VE TARTIŞMA

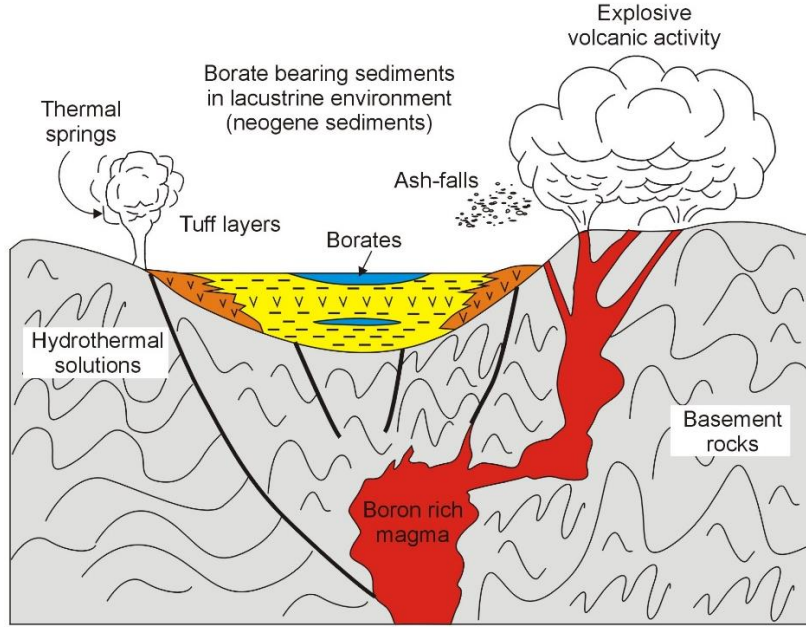
2.1. Bor Yataklarının Çökelim ve Oluşum Koşulları

Bor, doğada ortalama olarak karasal sularda 0.1 ppm, yer kabuğunda 3 ppm ve deniz suyunda 4.6 ppm oranlarında bulunan ender bir elementtir. Borun ekonomik olarak kabul edilebilecek konsantrasyona ulaştığı sayılı miktarda oluşumlar vardır (Şekil 1 ve 2). Konsantrasyonun olduğu yerlerde ise genelde yersel bir volkanik aktivite (bor kaynağı olarak), göl gibi bir su kütlesi (bor bileşiklerini çözen), evaporasyon koşulları (çökeltme noktasında çözeltiyi konsantre eden) ve üstüne gelen koruyucu tortul tabaka (kolay çözülebilen bor minerallerini koruyan) yer alır (Şekil 3).



Şekil 2. Bor elementinin devirselliği.

Dünyadaki başlıca bor yatakları levha sınırları ile ilişkili tektonik olarak aktif açılmalı bölgelerde bulunur (Şekil 1ve 2). ABD, Güney Amerika ve Türkiye'deki ekonomik yatakların çoğunun karasal tortullar ve Neojen yaşlı volkanizma ile ilişkili olduğu tespit edilmiştir (Şekil 3).

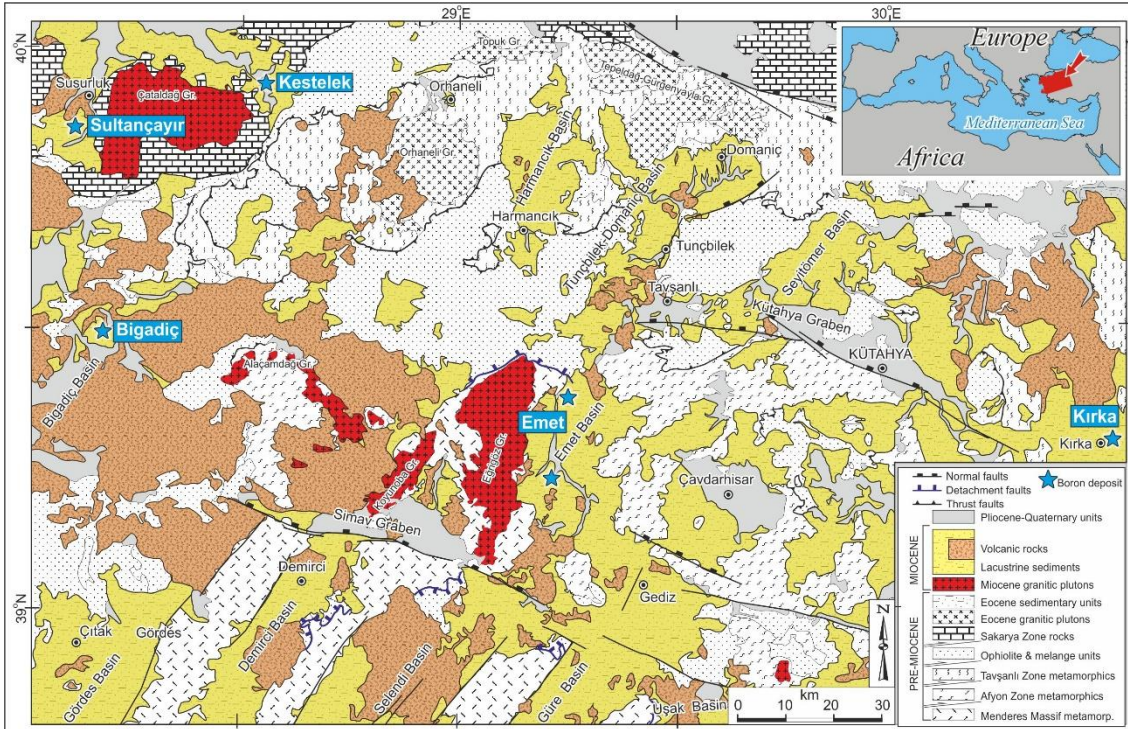


Şekil 3. Batı Anadolu Neojen havzalarındaki playa göllerinde bor yataklarının oluşumunu gösteren şematisel depolanma modeli.

Denizel borat yatakları, olasılıkla normal deniz suyunu borca zenginleştiren bir deniz tabanı kaynağı veya ilerlemeli olarak suyun uzaklaştırılarak borun konsantre edildiği kapalı havzalarla ilişkilidir. Magmatik ve metamorfik kayalarla ilişkili boratların, hidrotermal akışkanlar tarafından sokulum kayalarından yıkandığı şeklinde düşünülmektedir (Şekil 2).

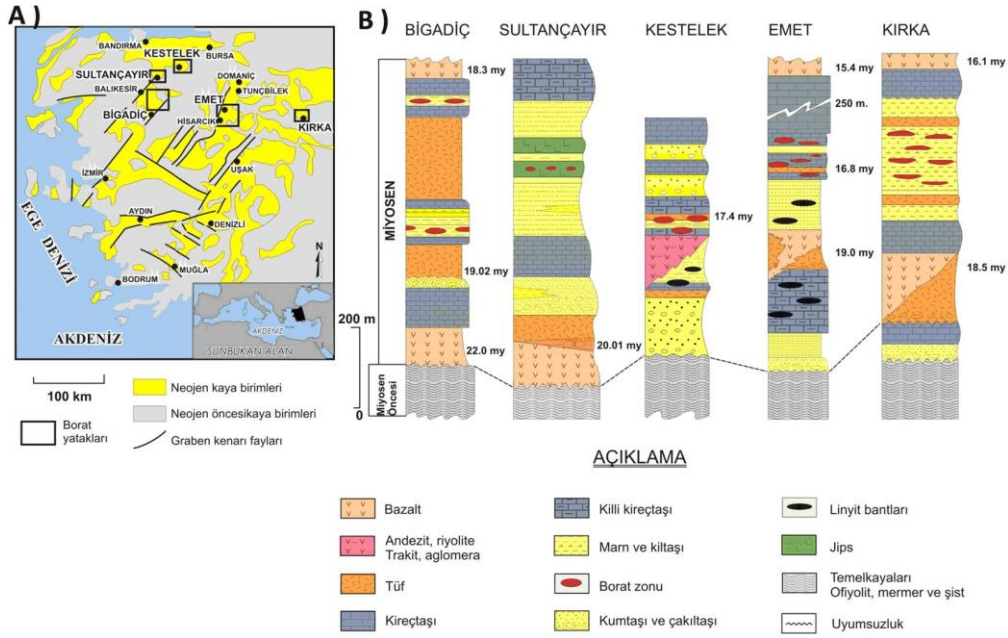
2.2. Bor Mineralleri ve Türkiye'nin Konumu

Türkiye'nin bilinen borat yataklarının tümü Batı Anadolu'da yer almaktadır. Günümüze dek saptanmış olan borat yatakları, Marmara Denizi'nin güneyinde, doğu-batı doğrultusunda yaklaşık 300 km'lik ve kuzey-güney doğrultusunda ise 150 km'lik bir alan içinde Bigadiç, Sultançayır, Kestelek, Emet ve Kırka bölgelerinde bulunmaktadır (Şekil 4 ve 5).

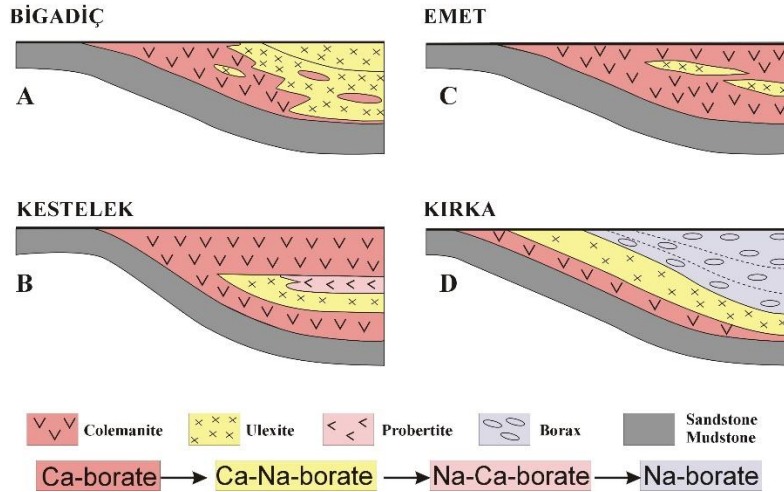


Şekil 4. Batı Anadolu KB-GD uzanımlı Neojen havzalarında yaralan bor yataklarının konumu.

Borat yataklarını oluşturan playa göllerindeki tortulların litolojisi, birbirlerinden az çok farklılıklar göstermesine karşın, genellikle çakıltaşı, kumtaşı, tuf, tüfit, kıltaşı, marn ve kireçtaşlarından oluşur (Şekil 5 ve 6).

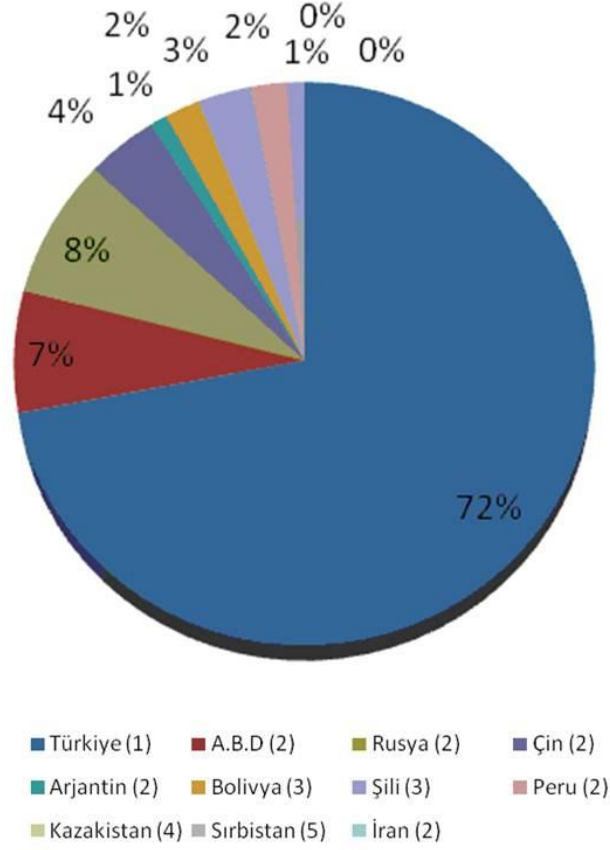


Şekil 5. A) Batı Anadolu Neojen havzaları ve bor yataklarının bulunduğu bölgeler. **B)** Bigadiç, Sultançayır, Kestelek, Emet ve Kırka bölgelerinin Neojene ait stratigrafik kesitleri ve bor içeren birimler.



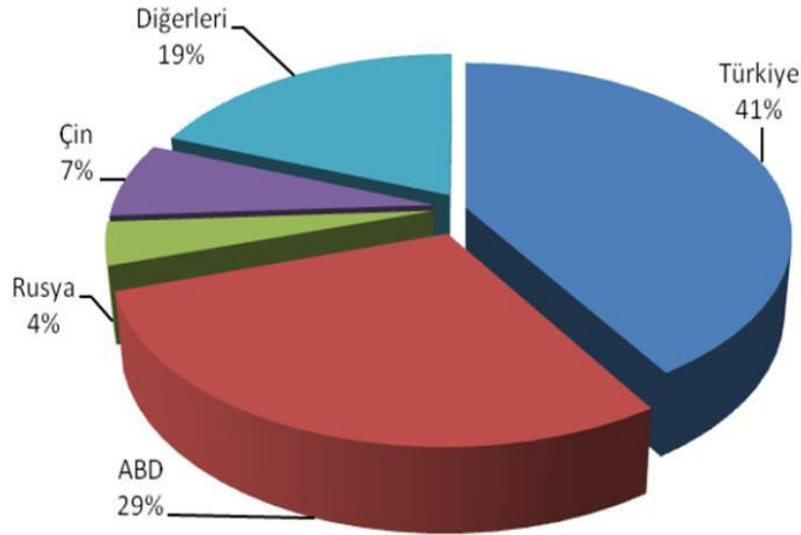
Şekil 6. Bor havzalarında bor cevherlerinin dağılımını gösteren temsili şekil (ölçeksiz olarak). A) Üleksit-kolemanit, Bigadiç; B) Kolemanit, üleksit ve probertit, Kestelek; C) Kolemanit (ve üleksit), Emet; D) Kolemanit, üleksit ve boraks, Kırka.

Türkiye bor yataklarının Etibank tarafından yapılan araştırmalar sonunda, dünya rezervlerinin yaklaşık %70'ini içerdiği ortaya çıkmıştır. Etibank'ın özellikle 1979'dan sonra yaptığı çeşitli araştırmalara göre, bir zamanlar özel sektör tarafından 5-8 milyon ton olarak gösterilen Bigadiç yataklarındaki bor rezervlerinin 1 milyar tonu aşan boyutlarda olduğu belirlenmiştir (Şekil 7).



Şekil 7. Bor tüketiminin nihai kullanım alanlarına göre dağılımı (Kaynak: The Economics of Boron, 2010).

Türkiye'nin üretim düzeyi, ABD'nin ulaştığı seviyelere hızla yaklaşarak günümüzde 1970-1980'li yıllara göre on katından daha fazla artarak 1 milyon tonu aşmıştır (Şekil 8).

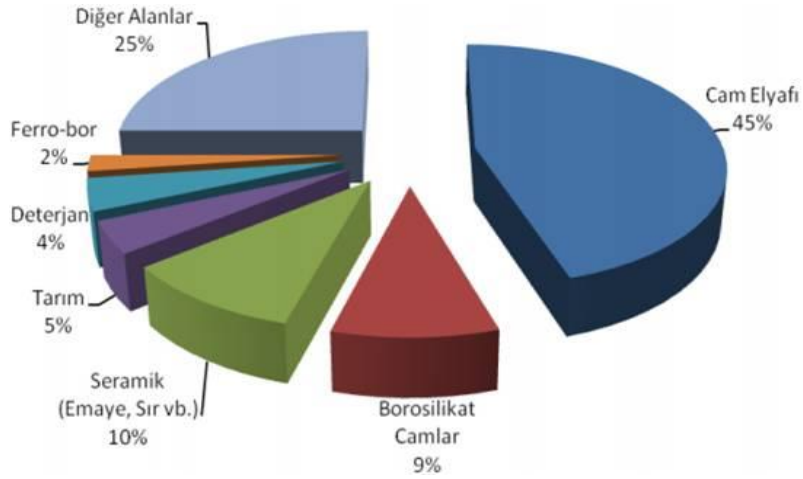


Şekil 8. Dünya bor üretiminin ülkelere göre dağılımı (Brüt bazda, %) (Eti Maden, 2009).

Buna paralel olarak bor ürünleri satış fiyatları da yine en az on kat artarak 290-350 dolar/ton'a erişmiştir. Etibank'ın yapmış olduğu bu belirgin atılım, Türkiye'yi kısa zaman içinde dünya pazarlarına egemen duruma getirmiştir.

2.3. Bor Minerallerinin Kullanım Alanları

Bor mineralleri, endüstrinin değişik kesimlerinde yaygın olarak kullanılmaktadır (Şekil 9). Böylesine yaygınlaşmış kullanım alanlarına sahip olması, borun, ham ve rafine edilmiş ürünlerinin üretiminin son yıllarda hızlı biçimde artmasına neden olmuştur.



Şekil 9. Dünya Bor Rezervleri (2009). Kaynaklar: Eti Maden İşletmeleri Genel Müdürlüğü, Bor Sektör Raporu (2009).

Günümüzde yaygın olarak evlerde ve endüstride kullanılan temizleyiciler ile cam ve seramik yapımında yaygın biçimde kullanılan borların tüketimi nüfusun artması ve dayanıklı malların kullanımı ile yakından ilgilidir.

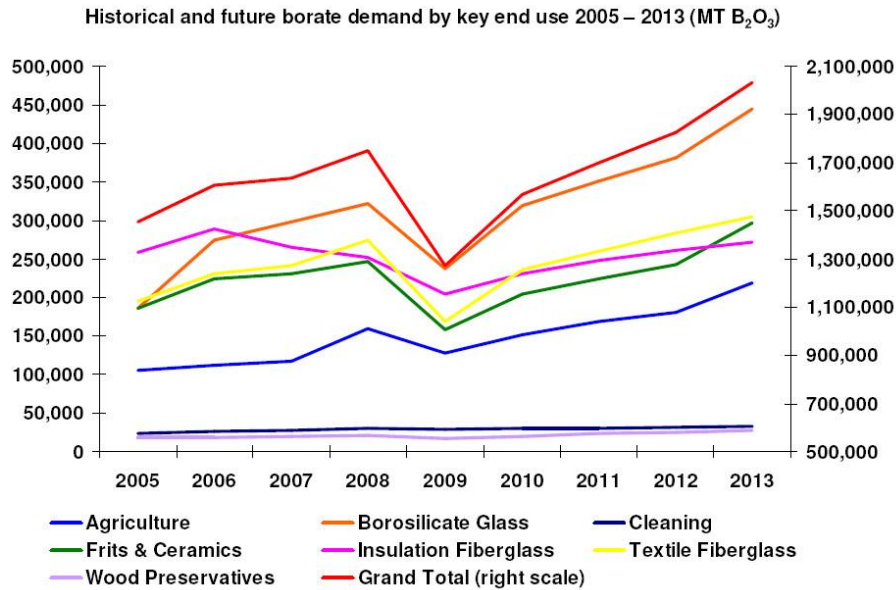
Endüstrinin çeşitli dallarında kullanılan bor ürünleri, fiberglas, tıp uygulamaları ve eczacılık maddeleri, nükleer reaktörlerde koruyucu olarak, suni gübre yapımı, fotoğrafçılık, cam ve emaye gibi geleneksel kullanım endüstrilerinin de başlıca temel hammaddelerini oluşturmaktadır (Şekil 9).

Boraks ve borik asit gibi, birçok bileşik formlarında kullanılabilen bor, çok yönlü ve yararlı bileşikler oluşturmaktadır. Söz konusu bileşiklerin özellikleri kuvvetli lehimlemede, kaynak işlerinde, sürtünmelerin azaltılmasında ve arıtma işlemlerinde büyük avantajlar sağlamaktadır. Boraks ve borik

asit, bakterileri öldürücü niteliği, su içinde kolay erirliği ve mükemmel su yumuşatıcı özellikleriyle sabunlarda, temizleyicilerde, deterjanlarda, çok çeşitli ilaçların yapımında, tekstil boyamalarında, çeşitli malzemelerin uzun süre korunmasında ve tarım sanayinde yaygın kullanım alanlarına sahiptir.

Kimi bor ürünleri, mükemmel ergime maddeleri olmaları nedeniyle, metal arıtma ve çelik üretiminde; atomik reaktörlerde, geç ateşlemeli sigortalarda, radyo lambalarında ve güneş bataryalarında kullanılan vazgeçilmez maddelerdendir. Temel hammaddeleri bor bileşikleri olan “kübik boryum nitrid”, elmaştan daha sert olan “borazon” ticari adıyla bilinen maddenin yapımında; “boryum nitrid” termik izolatör olarak; “bor karboit” dayanıklı malzemelerin yapımında; “bor triklorit”, “bor triflorür” ve bor esterleri ise çeşitli dayanıklı sanayi üretimlerinde örneğin petrol rafinerilerinde katalizör olarak kullanılmaktadır. Ayrıca, diboran (B₂H₆), pentaboran (B₅H₉), dekaboran (B₁₀H₁₄) ve alkali boronlar (sodium borohidrit) gibi bor bileşikleri geleceğin potansiyel jet ve roket yakıtları olarak görülmektedir.

Toplumun bütün kesimlerindeki yaşam standartlarının hızla yükseltilmesi arzusu ve yeni bilimsel teknolojik keşiflerin gelişimi, bu mükemmel bor bileşiklerine duyulan talep ve ihtiyacın giderek daha büyük oranda artmasına yol açacaktır (Şekil 10).



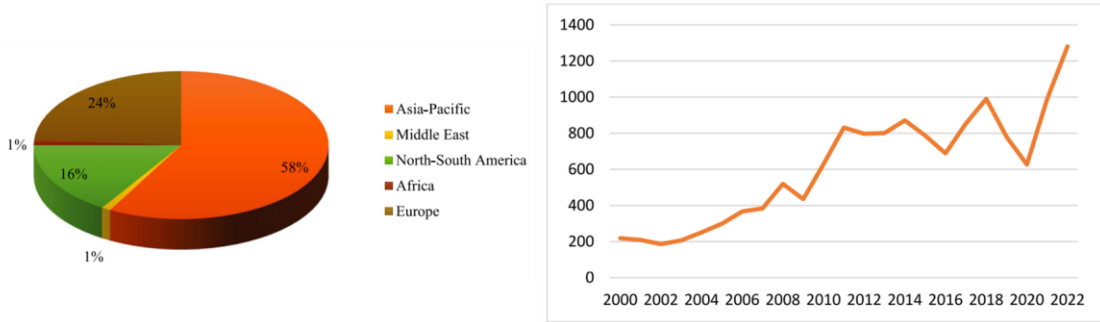
Şekil 10. Kullanım alanlarına göre bor talebi (2005-2013) (Mt B₂O₃) Kaynak: Rio Tinto).

Türkiye'nin elinde bulunan nitelik yönünden dünyadaki örneklerinden her bakımdan üstün olan bu doğal kaynak ve zenginlikler, ülkeyi dünya bor tuzları sektöründe rakipsiz duruma getirebilecek düzeydedir (Çizelge 1; Şekil 7).

Çizelge 1. Dünyadaki bor yataklarının rezervleri ve tahmini ömürleri.

Ülke	Bilinen Ekonomik Rezerv (milyon ton B ₂ O ₃)	Toplam Rezerv (milyon ton B ₂ O ₃)	Hesaplanan Bilinen Rezerv Ömrü (yıl)	Hesaplanan Toplam Rezerv Ömrü (yıl)
Türkiye	224,000	563,000	155	389
A.B.D.	40,000	80,000	28	55
Rusya	40,000	60,000	28	69
Çin	27,000	36,000	19	25
Şili	8,000	41,000	6	28
Bolivya	4,000	19,000	3	13
Peru	4,000	22,000	3	15
Arjantin	2,000	9,000	1	6
Kazakistan	14,000	15,000	10	10
TOPLAM	363,000	845,000	253	610

Nitekim geçmiş yıllarda Etibank'ın çok hızlı ve başarılı olarak yapmış olduğu yatırım ve üretimler, Türkiye'yi dünya bor pazarında “egemen” duruma getirmiştir (Şekil 11).



Şekil 11. Eti Maden'in 2023 yılı bor ihracat paylarının bölgelere göre dağılımı ve yıllara göre Türkiye'nin bor ve bor ürünleri ihracatı (200-2022). Kaynaklar: Eti Maden İşletmeleri Genel Müdürlüğü (2024).

3. SONUÇLAR

Sonuç olarak, Türkiye'nin bir ulusal bor politikası oluşturması gereklidir. Ülkemizin sahip olduğu bu önemli yer altı kaynaklarını ülke ekonomisine en fazla getiri sağlayacak şekilde değerlendirebilmemiz için bor işletmeciliğinin yeniden yapılandırılması kaçınılmazdır. Yeniden

yapılanmanın temelinde, Eti Bor A.Ş. olmalıdır. Hiç kuşkusuz bu kuruluş da sırasıyla; pazar payını, ürün kalite ve çeşidini arttıracak, kendi öz kaynaklarıyla uç ürünlere yönelik araştırma ve yatırımları finanse edebilecek, pazar koşullarına göre hızlı ve rasyonel kararlar alabilecek, siyasi otoritelerin etkilerinden korunabilecek, uluslararası şirketlerle rekabet edebilecek, gerektiğinde uç ürünler konusunda yerli ve yabancı şirketlerle ortaklık kurabilecek şekilde esnek ve özerk bir yapıya kavuşturulmalıdır.

Sanayiye yönelik her türlü uç ürünleri geliştirmek, üretmek, disiplinler arası kısa ve uzun vadeli çalışmalar yapmak ve projeler oluşturmak üzere malzeme, makina, kimya ve elektrik-elektronik mühendislik gibi alanlarında uzman kişilerin görevlendirilmesi mutlaka gerçekleştirilmelidir. Böylece, kısa ve uzun vadeli planlamalar çerçevesinde araştırma ile uygulama arasındaki boşluklar da kapatılarak, gereksinimleri karşılayan, planlı ve ileriye yönelik araştırmalara hız verilmelidir. Üretim politikaları öncelikle ayrıntılı ve sağlıklı bir pazar araştırmasına dayandırılmalıdır.

Keskin bir ekonomik savaşın olduğu ve tüm araştırmaların doğal kaynaklar üzerinde yoğunlaştığı günümüzde, büyük bir bor rezervi potansiyelinin varlığı, Türkiye için kazanılması son derece güç ve önemli bir fırsattır. Ülkemizin sahip olduğu bu önemli yer altı kaynağını, ülke ekonomisine en fazla getiri sağlayacak şekilde değerlendirilmesi için, bor işletmeciliğinin yeniden yapılandırılması zorunludur. Yeniden yapılandırılan işletmeciler kuruluş Eti Maden A.Ş. ise:

- Pazar payını, ürün kalite ve çeşidini arttıracak,
- Kendi özkaynakları ile, uç ürünlere yönelik araştırma ve yatırımları finanse edebilecek,
- Pazar şartlarına göre hızlı ve sağlıklı kararlar alabilecek,
- Siyasi otoritenin etkilerinden korunabilecek,
- Uluslararası şirketlerle rekabet edebilecek,
- Gerektiğinde uç ürünler konusunda, yerli ve yabancı şirketlerle ortaklıklar kurabilecek şekilde özerk bir yapıya sahip olmalıdır.

Başta bor ve bor ürünleri olmak üzere tüm önemli ve stratejik madenlerimize ilişkin politikaların ulusal ve bilimsel alanda odaklaşması gibi sorumlu olduğumuz bir gerçek son derece açıktır. Burada esas amaç, bor konusunda ülkemizin avantajlı durumunun devam ettirilmesidir. Bu amaç, herkesin temel yurttaşlık görevlerinden biridir.

KAYNAKLAR

- Alonso, R.N. (1986). Occurrence, Stratigraphic Position and Genesis of the Borate Deposits of the Puna Region of Argentina, PhD Thesis, Universidad Nacional de Salta (in Spanish, unpublished.).
- Bowser, C.J. (1965). Geochemistry and Petrology of the Sodium Borates in the Non-marine Evaporitic Environment, Ph.D Dissertation, University of California, Los Angeles (unpublished).
- Floyd, P.A, Helvacı, C and Mittwede S.K. (1997). Geochemical discrimination of volcanic rocks, associated with borate deposits: an exproation tool, *Journal of Geochemical Exploration* 60: 185-205.
- Garrett, D.E., (1998). Borates. Handbook of deposits, processing, properties, and use, Academic Press, London, 483 p.
- Grew, E.S. and Anovita, L.M. (editors), (1996). Boron. Mineralogy, petrology and geochemistry, *Reviews in mineralogy*, volume 33, Mineralogical Society of America, Washington, D.C., 862.
- Helvacı, C. (1977). Geology, mineralogy and geochemistry of the borate deposits and associated rocks and the Emet Valley, Turkey, PhD Thesis, University of Nottingham, England (unpublished).
- Helvacı, C. (1984). Occurence of rare borateminerals: veatchite-A, tunellite, teruggite and cahnite in the Emet borate deposits, Turkey, *Mineralium Deposita* 19: 217-226.
- Helvacı, C. (1995). Stratigraphy, mineralogy, and genesis of the Bigadiç borate deposits, western Turkey, *Economic Geolgy* 90: 1237-1260.
- Helvacı, C. (2021). Borates: *Encyclopedia of Geology*, 2nd Edition, Vol.1.
- Helvacı, C. and Alonso, R.N., (2000). Borate deposits of Turkey and Argentina : a summary and geological comparison, *Turkish Journal of earth Sciences (Turkish J. Earth Sci.)* vol. 24: 1-27.
- İnan, K., Dunham, A.C. and Esson, J. (1973). Mineralogy, chemistry and origin of Kırka borate deposit, Eskişehir Province, Turkey. *Transactions/section B, Institution of Mining and Metallurgy* 82: 114-123.
- Kistler, R.B. and Helvacı, C. (1994). Boron and borates, In CARR, D.D. (ed) *Industrial Minearls and Rocks*. 6th edition, Society for Mining, Metallurgy and Exploration Inc., Littleton, Colarado, 171-186.

- Palmer, M.R. and Helvacı, C. (1995). The boron geochemistry of the Kırka borate deposit, western Turkey, *Geochimica et Cosmochimica Acta* 59: 3599-3605.
- Palmer, M. R. and Helvacı, C. (1997). The boron isotope geochemistry of the Neogene borate deposits of western Turkey, *Geochimica et Cosmochimica Acta* 61: 3161-3169.
- Travis, N.J. and Cocks, E.J., (1984). *The Tincal Trail, A history of borax*. Harrap, London, 311.

7. OTURUM: ÇEVRESEL POLİTİKALAR VE KURUMSAL YAPILAR

MADENCİLİK PARADOKSU ÜZERİNE DÜŞÜNCELER

İrfan Bayraktar
Kemal Can Yılmaz
Tüfekçioğlu Kauçuk ve Makine, irfan@tk.com.tr

ÖZET

Madenciliğin uygarlığımız ve günlük yaşantımız için vazgeçilmez olmasına karşı kitlesele karşı çıkışların nedenleri ile madenlerin toplumsal çıkarlara uygun olarak işletilmesi üzerine düşünceler bu yazının konusudur.

GİRİŞ

Günümüzde madencilik ürünlerinin girmediği hiçbir endüstriyel üretim yoktur. Enerji ile birlikte düşünüldüğünde madencilik, kalkınma ve toplumsal refahın ana unsuru olabilme potansiyeline sahiptir. Bir an için madenciliğin yapılmadığını düşündüğümüzde özet olarak aşağıdaki faaliyet ve üretimler yapılamaz.

- Enerji üretimi ve iletimi,
- Eşya, mal ve insan taşınması,
- Mobil telefonlar, akıllı TV'ler ve bilgisayarlar,
- Barınma ve beslenme (tarım için fosfat üretimi)
- Hastanelerde tanı ve ameliyat donanımları gibi en hayati günlük işler yapılamaz.

Madenciliğin sanayi için vazgeçilmez bir sektör olduğu çok açık ortadayken, son yıllarda ülkemizde ve Dünya'da madencilik projelerine karşı giderek yoğunlaşan tepkinin nedenlerini doğru anlamak ve bu soruna makul çözüm önermek, sektör çalışanlarının, akademinin ve yöre halkı ile STK'ların önemli bir görevidir.

Bu yazı, tüm dünyada madencilığe gösterilen tepkinin nedenleri ve madenlerin toplumsal çıkarlara uygun olarak nasıl değerlendirilmesi gerekliliği üzerinedir.

1. Madencilığe Tepkinin Nedenleri

1.1.Çevre Kirliliği ve Ölümlü Kazalar

Madencilik tarihinde ve günümüzde maalesef çoğunluğu önlenemez kazalar ve denetim zafiyeti ile birlikte aşırı kâr hırsının neden olduğu çevre felaketi örnekleri, son yıllarda hızla gelişen iletişim teknolojileri sayesinde bütün dünyanın gözleri önündedir. Aşağıda, ülkemizden ve tüm dünyadan bazı örnekler verilmektedir.



Bir yandan Dünya nüfusu yıllardır %1'in üzerinde artmakta diğer yandan kişi başına metal üretimi de sürekli artarak, bu üretim-tüketim sarmalının neden olduğu çevresel kirlilik, çevrenin kendini yenileyebilme yetisinin çok ötesine geçmesiyle korkutucu küresel bir soruna dönüşmüştür. Çizelge-1'de, teknolojinin başat metali olan bakır tüketiminin, 20. Yüzyıl başından günümüze, dünya nüfus artışından çok daha fazla arttığı açıkça görülmektedir.

Çizelge-1. Dünya Nüfusu, Bakır Üretimi ve Kişi Başına Tüketimi¹

Yıllar	1900	1925	1950	1975	2000	2017	2023
Bakır Metali Üretimi, Mt.	0,5	1,5	2,3	6,7	12,9	19,7	26,5
Dünya Nüfusu, (Milyar)	1,6	1,9	2,6	4,1	6,1	7,5	8,0
Kişi Başına Tüketim (kg)	0,312	0,783	0,885	1,640	2,100	2,610	3,312

Yukarıdaki Çizelge-1'de bakır metali olarak örneklenen aşırı üretim-tüketim, diğer emtialar için de geçerlidir. Dünya kaynakları yıldan yıla daha büyük ölçeklerle, yakın bir geçmişe kadar çevreyi ve yöre insanını dikkate almadan üretildiğinden oluşan çevre tahribatı, kirliliği ve kazaları toplumların hafızalarına kazınmıştır.

1.2. Madenlerin Bir Ülke İçin Her Koşulda Lütuf Olmadığının Anlaşılması

Bir ülke zengin madenlere sahip olsa bile, maden üretiminden oluşacak fonlar toplumsal çıkarlar doğrultusunda kullanılmazsa, sadece bazı kişi veya şirketler geçici, sahte bir zenginlik yaşamış olur. Salt zengin madenlere dayalı, sürdürülebilir bir kalkınma maden üretip satmakla mümkün değildir.

Madenlere sahip olma lütfunu, lanete dönüştüren yani kalkınma ve gelişmeye zarar veren pek çok neden olmakla birlikte, öne çıkanlar şöyle özetlenebilir:

- Sektörde şeffaflık ve hesap verilebilirliğinin olmaması. Kaynakların kontrolünün toplumun çıkarlarına göre değil, siyasetle iç-içe geçmiş yandaş veya mafya, dikta, cunta gibi unsurlara yarayacak şekilde yapılması,
- Kurumlarda, bürokraside liyakat bazlı olmayan kadrolarla birlikte çürüme, yozlaşma, kayırma ve rüşvet olması,
- Madencilikten oluşan fonların toplumun geleceğine yani insana yatırım yapılmaması,
- Yabancı sermayenin sömürge madenciliği yapmasına müsaade edilmesi.

2. Madenler Nasıl İşletilmeli

2.1.Yöre Halkının Rızası Önceliği

İşletme öncesi yasal izinlerin alınmış olması zaten bir zorunluluk olmakla birlikte, huzurlu sürdürülebilir bir işletme için yöre halkının da rızasının alınması gerekliliği ortaya çıkmıştır. Aksi takdirde tepkiler toplumsal sorunlara dönüşmektedir.

Madenler kırsal bölgelerde olduğundan, proje başlangıcında yöre halkının rızasını almak için yapılması gerekenler artık teknik konuların önüne geçmiştir. Zira yöre halkının ve diğer paydaşların rızası için projenin yaşam standartlarında kalıcı bir iyileşme getireceğine ve toplumsal çıkarlara uygun olduğuna inanılması gerekir.

Yöre halkının rızasının alınması konusunda yapılması gerekenler aşağıda ana hatları ile verilmektedir.²

- a) Paydaşların görüşlerinin, proje başlangıcından önce ve projenin her aşamasında alınması,
- b) Yöredeki su kaynaklarının debisi ve temizliğinin korunması,
- c) Tarla, bağ-bahçe ve hayvanların hiçbir şekilde zarar görmemeleri,
- d) Genel çevrenin (orman, mera, yollar, kutsal yerler, vb.) korunması,
- e) İstihdamın dengeli sağlanması ve istihdam dışı nüfus için özellikle kadın, çocuk ve gençlere yönelik gelişim ve beceri edinme programlarının olması,
- f) Proje süresince, yöre halkı için, gelişen yaşam standartlarını sürdürebilmelerine olanak sağlayan beceri, zanaat vb. etkinliklerin planlanması,
- g) Projeden sonra fiziki yörenin mutlaka iyileştirilmesi (rehabilitasyon).

Rıza konusunda şirketin büyüklüğü, yapısı ve geçmişi çok etkilidir. Eğer şirketin geçmişte bir sabıkası varsa bu, rıza sürecinde sıkıntı yaratacaktır. Daha önce de değinildiği üzere ülke içinde veya dışında sektördeki başka şirketlerin neden olduğu kötü örnekler de süreci zorlayan unsurdur. En önemli olumsuz nedenlerden biri de yabancı şirketlerin, yenilenemez doğal kaynaklardan elde ettiği kârları ülke dışına çıkarıp, faydadan çok zarar vermesidir.

2.2 Açık İşletme Kısıtlaması

Açık ocak işletmeciliği, flora, fauna ve topoğrafyaya kapalı ocağa göre çok daha fazla zarar verdiği için orman alanlarında, su havzalarında, vb. yerlerde taş ocağı ve mermer dâhil açık ocak işletmesi yapılmamalıdır.

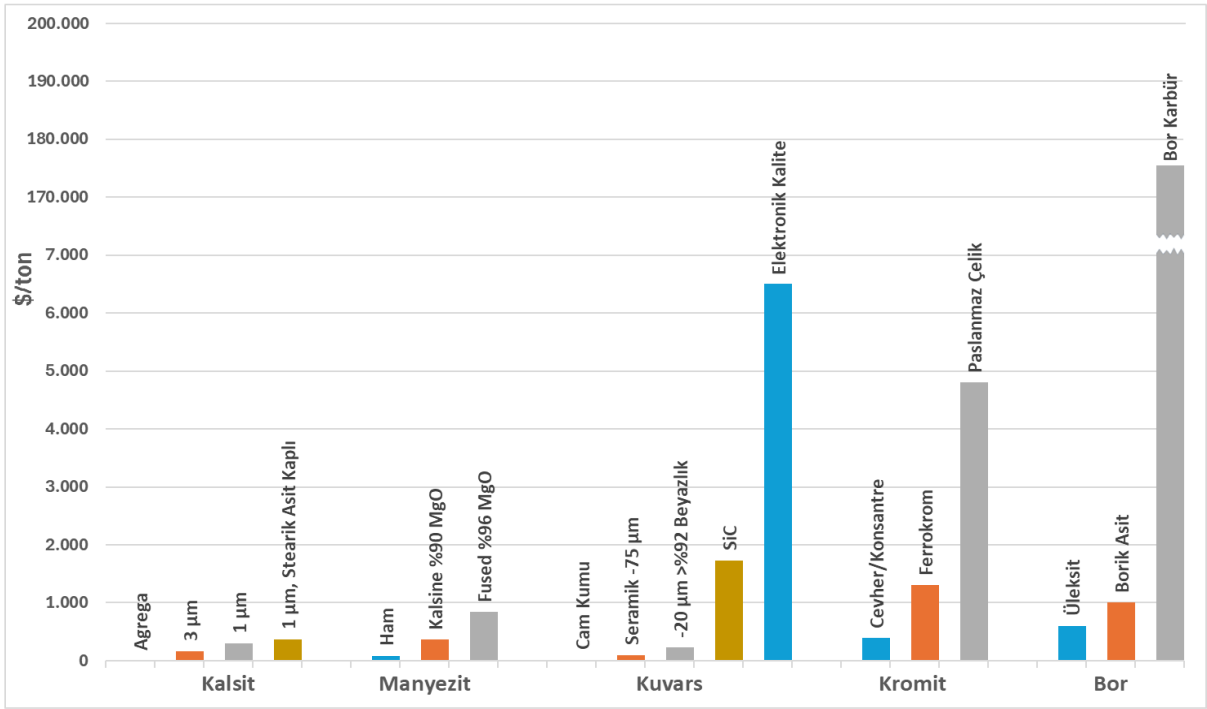
2.3 Azami Toplumsal Çıkar Sağlanması ya da Katma Değerin Yurt İçinde Kalması

Madenler yenilenemez kaynaklar olduğundan işletilmesi hâlinde ülke içinde son ürüne dönüştürülerek katma değerinin en üst düzeye artırma, toplumsal çıkarlar açısından zorunluluk kabul edilmelidir.

Katma değeri yüksek ürün yani toplumsal çıkarlar açısından doğru olan, hammaddenin uç ürün eldesi için işlenerek en yüksek getirinin sağlanmasıdır.

Maden zenginliğinin bir lütfâ yani sürdürülebilir toplumsal refaha dönüştürmek için uç ürün üretim süresince oluşacak katma değer yurt içinde kalması gereklidir.

Aşağıdaki Şekil-1’de zengin olduğumuz beş mineral üzerinde katma değer yaratmanın ülke için ne derece önemli olduğu görülmektedir.



Şekil-1 Beş Mineral Örneğinde Katma Değer Yükseltilmesi³

Yeterli büyüklükte olmayan maden işletmelerinin üretimlerini uç ürün üretimine kadar götürmeleri teknik ve ekonomik nedenlerden dolayı uygun (fizibil) olmayabilir. Örneğin, her krom üreticisinin ferrokrom ve paslanmaz çelik tesisleri kurması değil, krom cevheri üretiminin ülke içinde uç ürünlere dönüştürülmesi esas olmalıdır. Maden üreticileri uç ürün üreten tesislere ortak olmaları bir çözüm olabilir.

3. Sonuçlar

İkinci Dünya Savaşı'ndan sonra ivmelenen bireysel tüketim artışına nüfus artışı da eklenince dünya kaynakları da giderek daha büyük ölçeklerde tüketilmeye başlandı. Bu dönemde cevheri biten eski ocaklar çevreye bırakıldı. Dolayısıyla büyük ölçüde kirlilikler oluştu. Kötü örneklerin sayısı giderek arttı ve nihayet yöre halkı kendilerine zarar veren bu işletmeleri istemez oldular.

Öte yandan, özellikle Afrika ve Latin Amerika'da çok zengin madenleri olan ülkelerin zenginleşip, refaha kavuşamaması, madene sahip olmanın değil nasıl değerlendirilmesi gerekliliği anlaşılmasını sağladı.

Bugün gelinen noktada şurası çok açık ki madenleri üretip, ham veya konsantre olarak ülke dışına satmanın toplumsal refaha faydası yoktur. Zira uç ürünlerin fiyatları yüzlerce kez daha yüksektir. Ayrıca uç ürün üretimi, ülke rezervlerinin hızlı tükenmesini önler ve sanayinin gelişmesini sağlar.

Uygurluğun devamı için madencilik vazgeçilmez olduğuna göre yapılacak madenciliğin toplumsal itirazları dikkate alarak ve uç ürün üretimine yönelik yapılması gerekmektedir.

Kaynaklar

- 1) ICSG, Copper Factbook 2024, World Population, WHO
- 2) Maden Politikaları alıştayı 2019, MMO
- 3) Industrial Minerals Journal, 2024

Peyzaj Çeşitliliği Mekansal Analizi

Şükran Şahin, Prof. Dr.
Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Peyzaj Mimarlığı Bölümü
Sukran.sahin@ankara.edu.tr

Bu çalışma, Türkiye'nin doğusunda yer alan Malatya ili örneğinde, peyzaj karakter analizi ve peyzaj çeşitliliği kavramlarının çok değişkenli mekânsal analiz teknikleriyle birleştirildiği bir değerlendirmeyi kapsamaktadır. Elde edilen sonuçlar, peyzaj tabanlı çevresel politika geliştirme süreçlerine katkı sunabilecek niteliktedir. Peyzaj karakteri; iklim, jeoloji, topografya, arazi örtüsü ve kullanım biçimi gibi doğal ve kültürel bileşenlerin özgün kombinasyonlarıyla oluşan ve bir alanı diğerlerinden ayırt eden temel özellikler bütünüdür.

Çalışma kapsamında 204 adet farklı tipte 11.986 adet peyzaj karakter birimi, Peyzaj Karakter Analizi ve Değerlendirmesi Ulusal Teknik Kılavuz'a uygun şekilde iklim, jeoloji, jeomorfoloji ve arazi örtüsü bileşenleri temel alınarak analiz edilmiştir. Temel Bileşenler Analizi (PCA) ile veri setindeki değişkenler 10 bileşene indirgenmiş ve bu bileşenler üzerinden **k-means kümeleme algoritması** uygulanmıştır. En uygun küme sayısı, **Silhouette İndeksi** ile test edilmiş ve **13 kümenin** istatistiksel olarak en anlamlı çözüm olduğu belirlenmiştir (ortalama Silhouette skoru: 0.237).

Her küme için baskın peyzaj karakter bileşenleri tanımlanmış ve kümeler isimlendirilmiştir.

Sonuç olarak Malatya'da, farklı iklimsel, jeolojik ve topografik koşulların birleşimiyle yüksek peyzaj çeşitliliği olduğu saptanmıştır. Coğrafi olarak birbirinden ayrılan bu 13 karakter tipi, hem çevresel planlamada hem de peyzaj tabanlı politika üretiminde kullanılabilir mekânsal bilgi setleri sunmaktadır. Özellikle su kaynaklarının yönetimi, tarım ve turizm gelişimi gibi tematik alanlarda, peyzaj karakterine duyarlı karar alma süreçleri desteklenebilmektedir.

Çalışma sonuçları, Türkiye'de yürütülen önceki örneklerle karşılaştırılmış, benzer uluslararası yaklaşımlarla (Çin, Estonya, Avustralya) yöntemsel düzeyde örtüştüğü ortaya konmuştur. Malatya örneği, veri-temelli peyzaj karakter analizlerinin yerel, bölgesel ve ulusal ölçekli politikaları besleyebilecek kapasitede olduğunu göstermektedir.

Peyzaj karakter çeşitliliğinin korunması, çevresel planlama ve doğal kaynak yönetiminin temel bileşenlerinden biri olarak kabul edilmelidir. Bu çalışma, çok ölçekli analizlerin çevresel politika üretiminde kullanılabilirliğini kanıtlamakta ve özellikle planlama süreçlerinde doğaya duyarlı, alanın kendi peyzaj dinamiklerini esas alan stratejik karar alma ihtiyacını vurgulamaktadır. Planlama mevzuatının, peyzaj karakterine dayalı mekânsal bilgi üretimini zorunlu kılması, sürdürülebilirlik hedeflerine ulaşmada önemli bir kurumsal adımdır.

Anahtar kelimeler: *Peyzaj Karakter Analizi, Peyzaj Çeşitliliği, Çok Değişkenli İstatistiksel Yöntemler, Mekânsal Planlama, Çevresel Politika*

DOĞAL KAYNAKLAR BAĞLAMINDA İNSAN- ÜRETİM- DOĞA İLİŞKİSİ

Mehmet Karadeniz

Özet

Göçebe avcı-toplayıcı toplumlarla başlayan insanlık tarihi, ateşin kontrol altına alınması, hayvanların evcilleştirilmesi, Tarım ve Sanayi Devrimleri gibi önemli aşamalardan geçerek yapay zekânın geliştirilmesine kadar ilerlemiştir. Her bir aşamada insan nüfusu artmış ve doğal kaynaklar daha yoğun bir biçimde kullanılmıştır. Ancak, özellikle Sanayi Devrimi ve kapitalist ekonomik düzen, teknolojik ilerlemeyi hızlandırmış, üretimi artırmış ve tüketim toplumu yaratmıştır. Bunun sonucunda, doğa- ya da doğal kaynaklar üzerindeki- yük giderek ağırlaşmıştır.

Olumsuz gidişat, ilk olarak 19. yüzyılda fark edilmiştir. 20. yüzyılın ortalarına gelindiğinde ise sanayi faaliyetlerine ek olarak nüfus artış hızı zirveye ulaşmış, tüketim kültürü Batı ülkelerinin ötesine yayılmış ve doğal kaynaklar üzerindeki baskı ekolojik bir krize dönüşmüştür. Buna bağlı olarak toplumsal tepkiler ortaya çıkmış ve hükümetler çeşitli önlemler almak ve çözüm yolları aramak zorunda kalmıştır.

Bu çabalar küresel bir boyuta ulaşmış ve 1987 yılında yayımlanan Brundtland Raporu ile “sürdürülebilir kalkınma” kavramı literatüre girmiştir. Sürdürülebilir kalkınma yaklaşımı, en azından görünüşte, hükümet politikalarına ve kurumsal yatırım projelerine entegre edilmiştir. Ancak beklentiler karşılanamamış; nüfus artış eğilimi ekonomik büyüme, üretim ve tüketim genişlemesi ile birlikte devam etmiştir.

Yenilenemez maden kaynakları hızla tükenmekte, biyolojik çeşitlilik kaybı ve ormansızlaşma sürmekte, çevresel tahribat giderek genişlemekte, kirlilik kontrol altına alınamamakta ve atık miktarı artmaya devam etmektedir. Gelecekte, teknolojik ilerlemeler ve geri dönüşüm çabaları artsa dahi mevcut tüketim alışkanlıkları ve ekonomik yapı değişmediği sürece, doğal kaynakların korunması pek olası görünmemektedir. Farklı düşünenler olsa da köklü bir çözüm- bir paradigma değişimi- acilen gereklidir.

Abstract

Beginning with nomadic hunter-gatherer societies, humanity progressed through the discovery of fire control, the domestication of animals, the Agricultural and Industrial Revolutions, and ultimately reached the stage of developing artificial intelligence. At each step, the population grew, and natural resources were used more intensively. However, the Industrial Revolution and the capitalist economic system accelerated technological advancement, increased production, and gradually created a consumer society. As a result, the burden on nature—or natural resources—has grown increasingly heavy.

The downward trajectory was first noticed in the 19th century. By the mid-20th century, in addition to industrial activities, the rate of population growth peaked, and consumer culture spread beyond Western countries, transforming the pressure on natural resources into an ecological crisis. Consequently, societal reactions emerged, and governments were compelled to take measures and seek solutions.

These efforts expanded to a global scale, and in 1987, the Brundtland Report introduced the concept of "sustainable development." The sustainable development approach was integrated, on the surface, into government policies and corporate investment projects. However, expectations have not been met, as the trend of population growth continues alongside economic, production, and consumption expansion.

Non-renewable mineral resources are rapidly depleting, biodiversity loss and deforestation persist, environmental degradation is widening, pollution remains unchecked, and the volume of waste generated continues to grow. In the future, even if technological advancements and recycling efforts increase, it seems unlikely that natural resources can be preserved unless current consumption habits and the economic system change. Although some may think differently, a radical solution- a paradigm shift- is urgently needed.

1. Giriş

Canlılar, hayatta kalabilmek adına doğal koşullarla mücadele etmek zorundadır; bunun için de doğal kaynakları kullanır. İnsan faaliyetleri ise, doğada bozucu etkiler yaratabilir. Etkilenen doğaya ilişkin farkındalığa işaret eden arkeolojik bulgular ve metinler geriye, Mezopotamya'ya (Sümerler), Mısır'a, Çin'e, Hindistan'a (Vedalar), İran'a ve Anadolu'ya (Hititler) uzanmaktadır (Yumuturuğ, 1988; Gidey ve diğer., 2005; Tiwari, 2010). Atinalı Düşünür Platon'un (Eflatun, M.Ö. 428/427- M.Ö. 348/347) Kritias adlı diyalogunda da insan eliyle doğanın tahrip edilmesi ve sonuçları ele alınmaktadır. Dauvergne (2005), daha 17. yüzyılda birçok bilim insanının ve devlet yetkilisinin, doğanın korunması ve yönetilmesi doğrultusunda daha fazla gayret gösterilmesi için çağrı yaptıklarını öne sürmüştür.

On dokuzuncu yüzyıla gelindiğinde, doğa koruma güdüsü yaygınlaşmaya başlamıştır. Ormansızlaşmanın hızlanmasıyla beraber (Osterhammel, 2014), 1829'da Almanya-Drachenfels, 1838'de Bohemya- Kubeyn, 1855'de Kanada- Baunff gibi ormanların bütünü ya da bir parçası koruma altına alınmıştır (Akesen, 1997). Birleşik Amerikalı George Perkins Marsh (1801- 1882), kendi ülkesi için orman korumacılığına önderlik ederken, yine Birleşik Amerikalı Düşünür Henry David Thoreau (1817- 1862), doğanın kendisini, canlıları, İskoç asıllı Birleşik Amerikalı Doğa bilimci John Muir (1838- 1914) de vahşi yaşamın korunmasını öne koymuştur. Alman Doğa bilimci Ernst Haeckel (1834- 1919), "ekoloji", Danimarkalı Botanikçi Eugen Warming (1841- 1924) "bitki ekolojisi" kavramlarını ilk kullanan kişiler olmuşlardır.

Esasen bu gelişmeler, özellikle Sanayi Devrimi ile birlikte, doğa- insan ilişkisinde gidişatın hızla kötüye gittiğinin fark edilmesinin işaretleridir. On dokuzuncu yüzyılın sonlarında, örneğin Londra'da, hava kirliliği kendini derinden hissettirmeye başlamıştır. Yirminci yüzyılın 2. çeyreğinden itibaren, başta Batı Avrupa olmak üzere, sanayileşen bölgelerdeki kirlenme, halk sağlığı bakımından ciddi sıkıntılara yol açmıştır. Aralık 1930'da Belçika- Meuse Valley'de- Ocak 1931'de, İngiltere- Manchester ve Salford'da- Ekim 1948'de, ABD- Pennsylvania- Donora'da ve Aralık 1952'de, İngiltere- Londra'da, çok sayıda insan hava kirliliğine bağlı olarak hayatını kaybetmiştir (Longhurst ve Conlan, 1970; Bell ve Davis, 2001; Jun, 2009). Bu doğrudan tehdit, toplumların, konuya ilgisini arttırmış, dolayısıyla atmosferin ve suların kirlenmesi, meseleye toplumsal boyut kazandırmıştır.

II. Dünya Savaşı yıllarından itibaren, bilim insanları, doğa- insan ilişkilerini doğa koruma kavramının dışına çıkararak farklı taraflarıyla ele almaya başlamıştır. Aşırı nüfus ile beraber doğal kaynak üretim ve tüketimi, küresel bir ekolojik çöküş potansiyelini taşımaktadır (Vogt, 1948). İnsanların, doğaya hükmeden varlıklar değil, onun bir parçası olarak hareket etmesi gerekmektedir. Etik çerçevede korunması gerekir (Leopold, 1968). Böylece, "Toprak etiği" literatüre girmiştir. Fakat doğa koruma, kullanma ve tüketme ile sınırlı addedilemez, çünkü

başta DDT (diklorodifeniltrikloroetan) olmak üzere, haşere ilaçlarının (biyositler ve pestisitler) gelişigüzel kullanımı, doğaya zarar vermektedir (Carson, 1962). İnsanlık, dünyanın kaynakları sonsuzmuşçasına davranmakta, dahası, kirliliğe sebep olmaktadır. Sanayi üretimi, doğayla uyumlu olmak zorunda; atık üretiminin en aza indirilmesi ve geri dönüşümün azami olması gerekmektedir. Mevcut durumun sürdürülmesi olası değildir. Yeni bir ekonomik paradigmaya ihtiyaç vardır (Boulding, 1966). Bu doğrultuda, Roma Kulübü (Club of Rome) adına yapılan bir araştırma, “*The Limits to Growth (Büyümenin Sınırları)*” adıyla yayımlanmıştır. Nüfus, sanayileşme, kirlilik ve kaynak tükenmesi birbirine bağlıdır. Bu bağlamda, “sürdürülebilirlik” gerekliliktir (Meadows ve diğer., 1972).

Sonraki yıllarda, bir başka tehdit olarak “iklim değişikliği” tartışılmaya başlanmıştır. Esasen, kavramın temeli Arrhenius’un (1896), atmosferdeki CO₂ miktarının artmasının Dünya’nın yüzey sıcaklığını yükseltebileceğini matematiksel olarak modellemesine dayanmaktadır. Sanayide ve enerji üretiminde fosil yakıtların kullanılması, tarım- hayvancılık faaliyetlerinin metan gazı üretmesi, sera gazlarının açığa çıkmasına sebep olmaktadır. Başka nedenler de vardır, ama bunlar, doğrudan üretime bağlı olanlardır. Sera gazlarının, Güneş kaynaklı ısıyı atmosferde tutması da küresel sıcaklıkların artması sonucunu doğurmaktadır. İklim dengesinin değişiminin, uzun vadede; buzulların erimesine, deniz seviyesinin yükselmesine; canlılar için tehlikeli, şiddetli hava olaylarına; ekosistem dengesinin bozulmasına, bazı canlı türlerin yok olmasına; toplum sağlığına ve ekonomik işleyişe zarar verebileceği öngörülmektedir.

White’a göre (1967), gelinen noktada artık, insanlığın bir “ekolojik kriz” sorunu vardır. Bunun sebebi de Batı’da egemen Hristiyan dünya görüşünün, insanı, doğanın efendisi konumuna koyması ve doğanın, insana hizmet için var olduğu öğretisini yerleştirmesidir. Batı’da gelişen bilim ve teknoloji, Hristiyan düşüncesinden beslenmekte, bilimsel ilerleme, doğayı daha fazla kontrol altına alma amacına hizmet etmektedir. Sanayi Devrimi ile bu yaklaşım iyice pekişmiş, doğanın sömürülmesi hızlanmıştır.

Ortaya konan bu düşüncelere ek olarak, bilhassa 1960’lar ve 1970’ler boyunca, ekolojik kriz ile Batı dünyası arasındaki bağ siyasi, ekonomik, kültürel, dini ve felsefi boyutlarıyla tartışmaya sokulmuştur. Bir yandan kuramsal çözüm yaklaşımları, diğer yandan da pragmatik eylemler gündeme gelmiştir.

Eko- merkezlik (Leopold, 1968), Toplumsal ekoloji (Bookchin, 1964), Derin ekoloji (Næss, 1973), ilk ortaya atılışı 1974 olan Eko- feminizm (d’Eaubonne, 2022), Serbest Piyasa Çevreciliği (ilk çıkış 1991) (Anderson ve Leal, 2001) gibi çözüm odaklı yaklaşımlar ki, başkaları da vardır, ideolojik kökenleri çok daha eskilere dayanmasına karşın, bu dönemin ürünleridir.

Ekolojik krizi aşma arayışları içinde, bir başka çözüm önerisi “Sürdürülebilir Kalkınma” yaklaşımıdır. Mevcut şartlar altında en uygulanabilir görünmüş, takip eden yıllarda yoğun çabayla tanınması sağlanmış ve yaygın kabul gören yaklaşım olmuştur. Ekonomik büyüme ve endüstriyel ilerlemenin, dünyanın doğal kaynaklarıyla derinden bağlantılı ve dolayısıyla, sınırlı olduğu yönündeki görüş (Boulding, 1966; Meadows ve diğer., 1972), Dünya Çevre ve Kalkınma Komisyonu (DÇKK) tarafından benimsenmiş ve bunun ışığında, bir kalkınma modeli önerilmiştir. “Sürdürülebilir Kalkınma” adı verilen yaklaşım, “gelecek nesillerin kendi ihtiyaçlarını karşılama yeteneğinden ödün vermeksizin bugünün ihtiyaçlarının karşılanmasını hedefleyen kalkınma” olarak tanımlanmıştır (Brundtland Raporu, 1987).

Hükümetler üzerindeki toplumsal baskıların giderek arttığı 1960’larla beraber, doğayı korumaya dönük mevzuat değişiklikleri yapılmış, yeni yasalar çıkarılmış ve uluslararası sözleşmeler birbiri ardına imzalanmıştır. Sulak alanların korunması, kullanımının sürdürülebilir kılınması için Ramsar (1971); “İnsan ve Çevre Konferansı” sonucu imzalanan

Stockholm deklarasyonu (1972); okyanusların ve denizlerin kirlenmesini önlemesinin hedef güdüldüğü Londra Konvansiyonu (1972); nesli tükenmekte olan yabani hayvan ve bitkilerin korunmasına dönük CITES (1973), Akdeniz'in kirlenmesinin önlenmesinin amaçlandığı Barcelona (1976); Ozon tabakasının korunması adına Viyana Sözleşmesi (1979) bunlardan bazılarıdır.

Bir başka gelişme de Greepeace (Kanada, 1971), Friends of the Earth (ABD, 1971), Worldwatch Institute (ABD, 1974), Earth First (ABD, 1979) gibi, sivil toplum kuruluşlarının (STK) kurulmasıdır.

Tüm bu mücadele çabalarının odağındaki küresel ekolojik kriz, orman alanlarının azalması, biyoçeşitliliğin kaybı, alıcı ortamların kirlenmesi, doğal ortamların tahribatı, yenilenemez doğal kaynakların (madenler) tükenmesidir. Sonuç olarak, ekolojik krizden kasıt, aşırı kullanım ve tüketimden ötürü, doğal kaynakların zarar görmesidir.

2. İnsan- Üretim- Doğal Kaynaklar

İnsan evladı, ortaya çıktığı andan itibaren, her canlı gibi, temel fizyolojik gereksinimleri karşılayabilmek adına doğal kaynaklara ihtiyaç duymuştur. Yaban hayvanı, hayati ihtiyaçlarını karşılayamadığında, ötesi için çabalamaz ve kendini ölüme terk eder (organik ve biyolojik bir yaşam). Fakat diğer canlılardan farklı olarak insan, ihtiyaç kavramını değiştirerek, doğal kaynak kullanımını başka bir mecraya taşımıştır. Doğada bulunmayan veya ihtiyaç duyduğunda elinin altında olmayanı üretme yolunu seçmiştir (Gasset, 1962). İhtiyaçlar yelpazesinin zaman içinde giderek hızlanan değişimi, doğal kaynak kullanımının evrilmesine ve doğanın, doğal sayılamayacak değişimine yol açmıştır.

Avcı- toplayıcı toplumdan yerleşik hayata, Tarım Devrimi'nden Sanayi Devrimi'ne uzanan süre boyunca, insan, doğayı, yaşam kaynağı ve üretim aracı olarak şekillendirmiştir. Her dönemin üretim uygulamaları, insanlığın teknik, ekonomik, toplumsal, kültürel, askeri ve siyasi dinamikleriyle iç içe geçmiş; çift yönlü olarak, doğayı ve insanı olumlu ya da olumsuz yönde etkilemiştir. Başlangıçta, en basit yontma tekniğiyle taş alet yapılarak üretime adım atılmış; gelişme, milyonlarca yıl sürmüştür; Sanayi Devrimi ile birlikte, mühendisliğin üretim süreçlerine katılmasıyla, verimlilik artmış, kaynakların etkin kullanımı sağlanmıştır.

2.1. Başlangıçtan 18. Yüzyıla

Doğayla uyumlu bir yaşam biçiminden, onunla çatışmaya giden yaşam biçiminin kilometre taşı, muhtemelen, ilk taş aletin yapımıdır. Arkeolojik bulgular, kabaca 3,3 milyon yıl önce Kenya'nın kuzeyinde yer alan Lomekwi'de bazalt, fonolit ve traki- fonolit gibi silikatlı kayalar yontularak, taş aletler yapıldığını belgelemektedir (Harmand ve diğer., 2015). Bu, diğer canlılara karşı üstünlük hissi verecek teknolojik bir ilerlemedir. Bir amaç güderek kayacı yontmak ve alete dönüştürmek, doğanın değiştirilmesi yönünde bir adımdır. Ayrıca, bu bir üretimdir. Böylelikle, ihtiyaçlara yeni bir madde eklenmiş, o zamana kadar atmosfer, sular, topraklar, güneş, bitkiler ve hayvanlardan ibaret olan doğal kaynaklara, kayalar ilâve olmuş ve yelpaze genişlemiştir. Bunu, başka kayalar ve taş alet yapmaya uygun mineraller izlemiştir.

İnsanın doğadan ayrışmasında, ikinci aşamanın ateşin kontrol edilebilmesinin keşfi denebilir. Zira kültürel evrim açısından bir dönüm noktasıdır. Doğal yangınlardan ötürü, ilk insanlar ateşi, hâlihazırda bilmektedir. Arkeolojik alanların çoğunda yaklaşık 1,5 milyon yıl öncesine ait yanma izlerine rastlandığını bilinmektedir. Yaklaşık 0,7 ila 0,4 milyon yıl öncesine ait gerçek ocaklara dair kanıtlar bulunmaktadır (Gowlett, 2016). Ateş kontrol altına alınca pişirme, ısınma, gece aydınlığa kavuşma, gece iş yapabilmek (üretkenliği artırma), silah uçlarını ateşle sertleştirerek etkinliğini artırma imkanları sağlanmıştır.

Üçüncü aşama, kimi hayvanların evcilleştirilmesidir. Avcı- toplayıcılar, M.Ö. 12000’lerde Kuzey Kutbu yakınlarında, M.Ö. 12000- 10000 aralığında Ortadoğu ve Avrupa’da kurtları evcilleştirmiştir (Digard, 2012). Sonrasında evcilleştirilenler sayesinde sürekli besin kaynağına; tarımda yeni enerji kaynağına ve ulaşım aracına kavuşulmuştur. Hayvancılık, giderek, ama yavaş gelişen, diğer bir üretim ve ekonomi alanıdır.

Dördüncü aşama, hayvanların evcilleştirilmesiyle girift boyutları olan ve 10000- 12000 bin yıl önce başlayan Tarım Devrimi’dir. Böylece, yerleşik yaşama geçilmiştir. Tarımla, düzenli ve daha fazla gıda üretim mümkün olmuş, bu da nüfusun artışına ve toplulukların büyümesine yol açmıştır. Sonuçta, köyler ve kentler kurulmuş; yerleşik yaşam, ürün fazlası ve ticareti doğurmuştur. Farklı iş kollarının ortaya çıkışı, iş bölümünü doğurmuş, toplumsal sınıfların oluşması için zemin hazırlamıştır. Düzenli arazi kullanımıyla, bireysel ve toplumsal mülkiyet kavramı gelmiştir. Değişim, toplumsal ve ekonomik yapının değişimiyle sınırlı kalmamış, tarım aletleri ve teknikleri geliştirilmeye başlanmıştır.

Tarım Devrimi, üretim sürecinde bir sıçramadır. Bu arada, nüfus artmış, belirli yerlerde yoğunlaşmış, ihtiyaçlar çeşitlenmiş, doğal kaynaklar üzerindeki yük, sürekli büyüme eğilimine girmiştir. Elli bin yıl önce 2 milyon civarında olduğu tahmin edilen dünya nüfusu, M.Ö. 8000’lerde 5 milyona ulaşmıştır (Kaneda & Haub, 2022).

Tarım Devrimi sonrasında üretim açısından önemli sayılabilecek aşama, her yerde eş zamanlı olmamasına karşın, Bakır Çağı- M.Ö. 5000- 3000, Tunç Çağı- M.Ö. 3000- 1200 ve Demir Çağı- M.Ö. 1200- 600 arası dönemlerdir. Metalürjinin devreye girmesiyle, metaller işlenir olmuş, madencilik üretimi artmıştır.

Bütün bu çağlar boyunca, enerji kaynakları; insan ve hayvan kas gücü, biyokütle (odun, saman, hayvan gübresi, kurutulmuş diğer bitkiler), su gücü (özellikle, akarsular üzerine kurulu değirmenler), rüzgâr gücü (yel değirmenleri, yelkenli gemiler) ve sınırlı miktarda kömürdür.

Dünya nüfusu da kararlı artışını, Roma İmparatorluğu hâkimiyeti kuruluncaya değin sürdürmüştür. Milada gelindiğinde 300 milyona çıktığı düşünülmektedir (Kaneda & Haub, 2022). Ancak, salgın hastalıklar, düşük tarımsal verim, kıtlıklar, savaşlar ve istilalar, M.S. 1000’lere kadar dünya nüfusunun artmasına engel olmuştur.

Sonuçta tarım, madencilik ya da elle, küçük ölçekli gerçekleştirilen diğer üretimler ve buna bağlı olarak tüketimler sınırlı kalmıştır. Dünya coğrafyasının hatırı sayılır bir bölümünde, geçim ekonomisi sürmektedir. En önemli üretim alanı olan tarım ve hayvancılıkta, insanlık, doğal koşullara bağımlıdır. Bu kadar önemli bir başka ayrıntı, atıklarla ilgilidir. Üretim tekniklerinin yetersizliği ve talebin kısıtlılığı, ortaya çıkan atıkların sınırlı kalmasını sağlamıştır. Ayrıca, atıklar, organiktir ve biyolojik olarak parçalanabilir niteliktedir, dolayısıyla gıda artıkları ya da hayvan tezeği gibi çıktılar yeniden değerlendirilebilmiştir. Özetle, Sanayi Devrimi gerçekleşene kadar üretim ve tüketim kısıtlı; atıklar, az ve yeniden kullanılabilir niteliktedir.

2.2. On Sekizinci Yüzyıl sonrası

Fizyolojik ihtiyaçların karşılanmasının ötesine milyonlarca yıl önce geçen insan, bu ihtiyaçları karşılamak için gereken doğal kaynakları, özellikle madenler açısından, zaman içinde sürekli genişletmiştir. Kayaçlarla başlamış, ardından başka kayaçları ve bazı mineralleri ilk kullandıklarına eklemiştir. Maden Çağları öncesinde altın ve bakırı, Maden Çağları sırasında da en azından kalay, demir ve kömürü hayatına sokmuştur.

İnsan- üretim- doğal kaynak ilişkisinin, Batı toplumlarından başlayarak insanlığı, daha önce hiç olmadığı ölçekte, çok yönlü değişime- dönüşüme ittiği aşama, 18. yüzyıl ortalarında başlayan Sanayi Devrimi’dir. Bakıldığında, bu, yeni bir “maden çağı” olarak da nitelenebilir.

Sanayileşme hareketi, Freyer'e göre (2018), İskoçya, Orta İngiltere, Doğu Fransa ve Ren'i içine alan, geniş bir coğrafyada, Batı Avrupa ülkelerinin kömür ve maden (metalikler) bölgelerinde gerçekleşmiştir. Ardından ABD'ye, Rusya'ya ve Japonya'ya yayılmıştır. Ancak, mineral hammaddelerin üretim verilerine bakılınca, yine de Birleşik Krallığı ayrı tutmak gerektiği açıktır. Çünkü Birleşik Krallık; 1700'den 1850'ye değin dünya kurşun üretiminin %50'den fazlasını ve 1820'den 1840'a kadar dünya bakır üretiminin %45'ini üretmiş; 1850'den 1890'a değin de dünya demir cevheri üretimindeki payını üçte birden, %50'ye çıkarmıştır (Bosson and Varon, 1978). Ayrıca, buhar makinelerinin, fabrikaların ve raylı ulaşım ağlarının gereksinimi doğrultusunda Birleşik Krallık'ta, 1700'lerde 2,5- 3,0 milyon ton civarında olan kömür üretimi, 1900'lere gelindiğinde, yıllık 224 milyon tona ulaşmıştır (Cartwright, 2023).

Freyer (2018), ilkinin başlangıcını 1775 olarak aldığı bu süreci, altı sanayi dalgası olarak ifade etmiştir. "Dokuma" sanayi dalgasını, 1800 başlarında "demir- çelik", 1825'te "ulaştırma", 1850'lerde "kimya", 1800'lerin son çeyreğinde "elektrik" ve 19. yüzyılın son 10 yılında da "benzin motoru" dalgaları izlemiştir. Beşinci ve altıncı dalgalar, kendilerinden önceki sanayileri, özellikle enerji kaynağı ve kullanımı yönünden, köklü biçimde değiştirmiştir.

İskoç Mühendis James Watt'ın (1736- 1819) geliştirdiği buhar makinası, önce madenlerde, kullanılır olmuş; üretim süreçlerinde, mekanizasyonun önü açılmış; öncesinde el emeğiyle gerçekleşen üretimden fabrika üretimine geçilmiştir. Tekstilde, mekanik dokuma tezgâhları kurulmuştur. Bu değişimlerle birlikte üretim verimliliği ve miktarı artmıştır. Fabrikaların inşa edilmesi ve makinelerin yapılması için demire, enerji temini için kömüre duyulan ihtiyaç artınca, bu iki madenin üretimi hızlanmıştır. Gelişen teknoloji ulaştırmaya aktarılmınca, hammadde ve ürün sevkiyatı artmış, hızlanmıştır.

Başta kimya ve fizik olmak üzere, bilimsel sahadaki ilerlemelerle ilintili olarak yeni teknolojiler geliştirildikçe, zincirleme biçimde farklı hammaddelere ihtiyaç duyulmuş; mevcutlar için yeni kullanım ve tüketim alanları bulunmuş ve yeni ürünler ortaya çıkmıştır. En önemlilerinden biri, 2. Sanayi Devrimi olarak adlandırılan dönemi başlattığı kabul edilen Bessemer çelik üretme yönteminin, 1856'da İngiliz Mühendis ve Mucit Henry Bessemer (1813- 1898) tarafından bulunmasıdır. Yöntem, çelik üretimini hızlandırmış, üretim maliyetini düşürmüştür. Bu dönemde, mineral hammaddelere başta alüminyum ve nikel gibi metaller ve endüstriyel hammaddeler katılmıştır. Kömür, demir ve bakır sanayileşmenin omurgasını oluştururken; kalay, kurşun, çinko, gümüş ve altın da imalât, altyapı ve finans alanlarında destekleyici görev görmüşlerdir. O nedenle, arz ve talep eğrileri, hep yukarı yönlü olmuştur.

Sanayi hareketlerinin başlangıcında, özellikle buhar makinasının bulunuşundan sonra kömür, en önemli enerji hammaddesidir. On dokuzuncu yüzyılın ikinci yarısında işletilebilir petrol sahalarının keşfi, çok geçmeden içten yanmalı motorların benimsenmesi, petrolü ve kömürü, başlıca enerji kaynakları haline getirmiş; 20. yüzyılın 3. çeyreği ile gündeme gelen iklim değişikliği tartışmalarına kadar, tartışmasız, ana enerji kaynakları olarak kalmışlardır.

Hatırlanacağı üzere, coğrafi keşiflerin ardından Güney ve Kuzey Amerika'da, Güney ve Güney- Doğu Asya'da yeni doğal kaynaklar bulunmuş, sömürgeler kurulmuş, hammadde Avrupa'ya taşınır olmuştur. Gerektiğinde, cevher üretim alanları değişmiş; ihtiyaçlar, sömürgelerden veya ithalâtla karşılanmıştır.

Sanayi Devrimi teknolojik ve ekonomik bir dönüşüm olmasının ötesinde; toplumsal yapıyı, kültürel değerleri, siyasi düzeni, bireysel yaşamı ve insan- doğa ilişkisini değiştirmiştir. İnsan, üretim ve doğal kaynaklar arasındaki ilişki bakımından, tüketim kültürünün doğuşu, ayrı bir önem arz eder. Zira seri üretimin ve kitlesel tüketimin artması, reklamcılığın ve pazarlamanın gelişmesine zemin hazırlamış; bu durum, bireylerin tüketim alışkanlıklarında ve yaşam tarzlarında köklü değişikliklere yol açmıştır.

Bu noktada, tüketim toplumunun ortaya çıkması ile sanayi kapitalizmi arasındaki bağa, biraz daha yakından bakmak gerekir. On beşinci yüzyıldan itibaren, coğrafi keşifler, sömürgecilik ve deniz aşırı ticaret gelişmiş, devletin ekonomiye müdahale ettiği, değerli metal birikimi yapılan (metalizm) bir düzen kurulmuştur. Merkantilizm ya da Ticari Kapitalizm adı verilen bu yapı, 16.- 18. yüzyıllar arasında, sanayileşme hareketlerine kadar geçerli kalmıştır. Ancak Sanayi Devrimi'nde, fabrika üretimi yaygınlaşıp, el işçiliği, yerini makineli üretime bıraktıkça, kâr amacı güden özel işletmeler ve serbest piyasa ekonomisi güçlenmiştir. Bu süreçte, emekçi sınıf ile burjuvazi arasındaki toplumsal ayrışma keskinleşmiştir. Büyüyen üretim miktarı, artan ürün çeşitliliği ve bu ikisine bağlı hammadde ihtiyacı, yeni maden kaynakları ile beraber pazar arayışlarını hızlandırmıştır. Oluşan yeni koşullar altında, sürekli büyümeyi zorunlu kılan Sanayi Kapitalizmi, Merkantilizmin yerini almıştır.

Artan üretim miktarı ve ürün çeşitliliği yeni pazarlar gerektirmiştir. Pazarlama teknikleri, marka kültürü, basın yoluyla reklamlar vasıtasıyla tüketim ürünleri, yalnızca ihtiyaç olmaktan çıkarılıp yaşam tarzına, toplumsal itibara (statü), mutluluk kaynaklarına dönüştürülmüştür. Kullanılmak üzere üretilenler bile, öyle kısa ömürlü tasarlanıp üretilir olmuştur ki, tüketim malzemesi haline gelmiştir.

Bu arada, dünya nüfusu, veriler yaklaşık olmak üzere, 1650'de 500, 1750'de 795, 1850'de 1,265 ve 1900'de 1,656 milyar civarına ulaşmıştır (Kaneda& Haub, 2022). Bu 200 yıllık süre boyunca savaşlar, salgın hastalıklar ve kıtlıklar yüzünden, nüfusta ani düşüşler yaşanmışsa da genel seyir, artış eğiliminde olmuştur. Artışın nedenleri, 18. ve 19. yüzyıllarda tarım tekniklerinde sağlanan ilerleme sayesinde verim artışı ve yeni mahsuller; aynı asırlarda, tabii ki, esasen Batı'da, refah seviyesinin yükselişi; tıp ve temizlikteki gelişmeler, bulaşıcı hastalıklara karşı mücadelede başarılı olunması, aşılamanın yaygınlaşması; sömürgecilik vasıtasıyla gıda kaynaklarının artması olarak sıralanabilir. Diğer yandan bu artış, yeni iş gücü ve tüketici bireyler demektir.

Sanayi Devrimi, mekanizasyon, seri imalât, yeni enerji kaynakları ve hammaddeleri gibi yenilikler vasıtasıyla, üretim araç ve yöntemlerinde köklü değişimlere yol açmıştır. Bu süreçte, tarım toplumu, sanayi toplumuna evrilmiş; temel unsurları özel mülkiyet, sermaye birikimi, ücretli emek, sürekli büyüme olan ve Sanayi Kapitalizmi adı verilen bir ekonomik yapı ortaya çıkmıştır. İşleyiş, piyasaları kontrol eden büyük işletmelerin ve sanayi devlerinin oluşması yönünde şekillenmiş ve 19. yüzyıl sonunda, Sanayi Kapitalizmi, Monopolist (Tekelci) Kapitalizme dönüşmüştür.

Sonuçta, özellikle Batılı ya da sanayileşen ülkelerin insanının kişi başına tüketimi, kullandığı ya da tükettiği mal çeşitliliği, dolayısıyla refahı yükselmiş; üretim ve tüketim, birbirlerini tetikleyerek artmış; tabiatıyla, ihtiyaç duyulan doğal kaynak miktarı ve çeşidi artmıştır. Doğal kaynak tüketimi, refah ve kâr hırsı adına sömürüye dönüşmüş; doğa tahribatı, görünür hâle gelmiş; geri kazanılamayan atık miktarı, giderek büyümüş ve bertarafı soruna dönüşmüş; kirlilik, doğal ortamların kaldıramayacağı seviyelere ulaşmıştır. Ve doğal olarak önce bilim insanları, ardından gelişmelerden doğrudan etkilenen toplumlar, çözüm arayışına girmiştir.

2.3. Yirminci Yüzyıl Ortasından İtibaren

Yirminci yüzyılın 3. çeyreği, insan- üretim- doğal kaynaklar ilişkisinde bir dönüm noktası, yeni bir aşama olarak düşünülebilir. Zira sanayileşme hareketleriyle, hava ve su kirliliğinin toplum yaşamını doğrudan tehdit eder seviyeye yükselmesi, bu dönemde Batı'da, halkın tepkilerine sebep olmuş, ülkelerin yasama ve yürütme organları önlemler almaya zorlanmış, doğa korumacı STK'ların etkisi artmış ve doğa koruma amaçlı uluslararası anlaşmalar imzalanması süreci başlamıştır.

Ancak, bir çelişkili durum vardır. Dünya nüfusu, 1950’de 2,5 milyarı aşmıştır. Ve bu yıllardan itibaren, adeta bir patlama gerçekleşmiş, dünya nüfusu 1960’da 3,0, 1970’de 3,7, 1980’de 5,3 ve 1990’da 5,8 milyar olmuştur (Armağan, 2000). Artış hızı en yüksek seviyelere çıkmıştır (Çizelge 1). Yüzeysel bir bakışla bu, daha fazla üretim, doğal kaynak kullanımı ve tüketimi anlamına gelmektedir.

Çizelge 1- 1950-2010 Yılları arasında Başlıca Bölgelerde Nüfus Artışı (Cleland, 2013).

Bölge	Nüfus 1950 (milyon)	Nüfus 2010 (milyon)	Mutlak artış (milyon)	Oran 2010/1950
Avrupa	547	738	191	1,35
Kuzey Amerika	172	345	173	2,0
Asya	1403	4146	2743	2,96
Latin Amerika	167	590	423	3,53
Avustralya	13	36	23	2,77
Kuzey Afrika	53	209	156	3,49
Sahra- Altı Afrika	186	856	670	4,60
Dünya	2532	6896	4364	2,72

Yirminci yüzyılın ortalarında, 1954’te ilki Sovyetler Birliği’nde elektrik üretmek üzere kurulan nükleer enerji santralleri, başta Avrupa ve ABD olmak üzere, birçok ülkeye hızla yayılmış; önceleri, temiz enerji kaynağı olarak fosil yakıtlara rakip görülmüş; yaşanan sızıntı kazalarından itibaren tepkiler doğunca, önemini kaybetmiştir.

Öte yandan, geliştirilen elektronik ve bilişim teknolojileri, 1970’lerde, üretim süreçleriyle bütünleştirilmeye başlanmıştır. Artık, mikroişlemciler kullanılır olmuştur. “Sanayi 3.0” adıyla anılan bu dönemde, bilgisayarlar kullanılmak suretiyle kısmi otomasyona geçilmiş, fabrikalarda, insana duyulan ihtiyaç azalma eğilimine; mekanik teknoloji, yerini dijital teknolojiye terk etme sürecine girmiştir. Üretimin maliyeti düşerken, miktarı ve verimliliği yükselmiştir.

Bilimsel araştırmaların ve sözü geçen teknolojilerin, 1960’lardan itibaren, yer bilimlerine ve maden sektörüne de yansdığı görülmektedir. Artan talep, azalan cevher tenörü ve artan cevher yatağı derinlikleri, teknolojik yenilikleri doğurmuştur. Kazı yöntemlerinde, yüklemde ve nakliyatada mekanizasyonun payı giderek artmış; devasa kamyonlar (250- 300 t’luk), yüksek kapasiteli ekipmanlar (hidrolik kepçeler) devreye alınmıştır. Böylece, bilhassa kömür, demir ve bakır açık ocakları hızla genişlemiş ve derinleşmiştir. Örneğin, ABD- Utah’da bulunan, Bingham Canyon ya da Kennecot Bakır Madeni adıyla bilinen, bakırın yanı sıra altın, gümüş ve molibden üretilen açık ocak 4,5 km genişliğe ve 1,2 km derinliğe ulaşmıştır. Uzun zamandır devam eden üretimlerden dolayı, yüzeyde veya yüzeye yakın derinlikte yataklanmış, tenör değeri yüksek madenler, artık tükenme noktasına gelmiştir. Yetmezmiş gibi, bu madenlere duyulan ihtiyaç artmaktadır. O nedenle, ekonomik işletilebilirlik için tenör alt sınır değerleri (cut- off grade), gelişen teknoloji ve fiyat desteğiyle düşmektedir (Çizelge 2). Buna karşın, yer kabuğundan çıkarılan maden miktarı/hacmi ile beraber, atık miktarı ve oranı büyümektedir.

Çizelge 2- Bazı metallerin ekonomik işletilebilirlik için tenör alt sınır değerlerinde değişim

Metal	1970’ler	Şimdi
Altın (Au)	~3- 5 g/t (açık), ~5- 10 g/t (yeraltı)	~0,3- 0,5 g/t (yığın liçi), ~1 g/t (yeraltı)
Gümüş (Ag)	~50- 100 g/t	~10- 30 g/t
Bakır (Cu)	~0,8- 1,0% (açık), ~1,5% (yeraltı)	~0,2- 0,5% (açık), ~0,8% (yeraltı)

Nikel (Ni)	~1,0- 1,5%	~0,2- 0,5% (laterit), ~0,7- 1,0% (sülfür)
Kurşun (Pb)/Çinko (Zn)	~5- 7%	~1,0- 2,0%
Kobalt (Co)	~0,2- 0,5%	~0,05- 0,1%

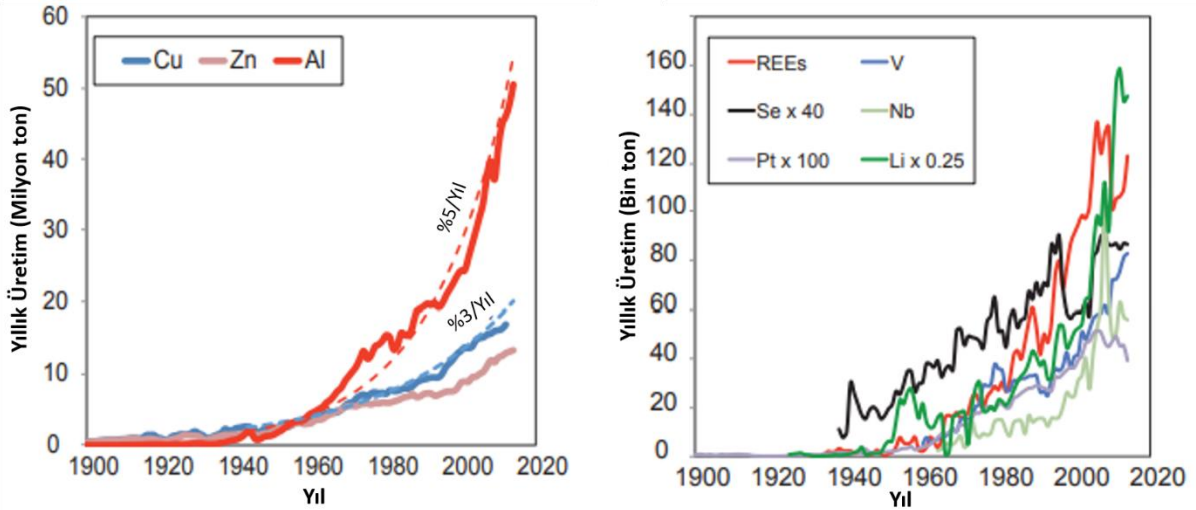
Yüzyılın sonu yaklaştığında, büyük işletmelerde artık, maden planlamaları bilgisayarlarla yapılmakta; GPS (Global Positioning System) kılavuzlu ekipmanlar kullanılmaktadır. Son 10 yılda, madencilik faaliyetlerinde dijitalleşme yaygınlaşmaktadır. Sürücüsüz araçların, hibrit veya elektrikle çalışan kazıcıların ve yükleyicilerin sayısı artmaktadır. Yapay zekâ destekli kestirimci bakımdan (predictive maintenance) yararlanılır olmuştur.

Yirminci yüzyılın 2. yarısı, kapitalizm için de değişim getirmiştir. Büyük Buhran sonrasında, özellikle gelişmiş ülkelerde uygulanan Keynesyen ekonomi politikası, 1973 Enerji Krizi (Petrol) ve yine 1970'lerde yaşanan stagflasyon üzerine, etkinliğini kaybetmiştir. Ekonomi politikası, bir kez daha makas değiştirerek Neoliberal ekonomiye geçiş yaşanmıştır. Bu arada, bankaların, sermaye akımlarının ve finans piyasalarının ekonomik kararlar üzerindeki etkisi giderek güçlenmiş; üretimden ziyade finans sektörü belirleyici hâle gelmiştir. Böylece, Tekelci Kapitalizmin yerini, 1970'lerden itibaren Finansal Kapitalizm almıştır.

Geçen yüzyılın sonlarına gelindiğinde, Sovyetler Birliği, dağılınca, kapitalizmin önü tamamen açılmış, diğer taraftan, 21. yüzyıl başlarında, bilişim teknolojilerindeki (internet, bilgi teknolojileri, yapay zekâ...) ve küresel iletişim ağlarındaki gelişmeler, her alanı olduğu gibi, kapitalizmi de yeniden yapılandırmıştır. Üretimin yanı sıra bilgi, veri ve hizmet sektörleri öne çıkmış; dijital platformlarca (Amazon, Microsoft, Google gibi) kolaylaştırılan ekonomik ve toplumsal faaliyetleri içeren platform ekonomileri, gig ekonomisi (kısa süreli iş, bağımsız çalışma, kendi kendinin patronu olma) ve dijitalleşme, iş yapış biçimlerini değişime uğratmıştır. Bütün bunlar da Dijital Kapitalizmi doğurmuştur.

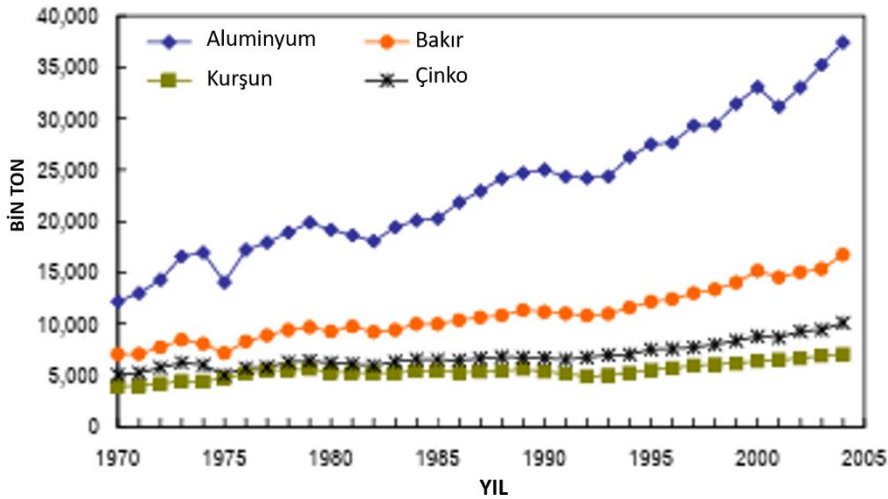
Kapitalizmin yarattığı tüketici toplum, önceleri Batılı- gelişmiş ülkelere özgü bir kavram iken, zamanla, kapitalizmin yeni pazarlar arayışı dâhilinde, dünyanın öteki ülkelerine yayılmıştır. Örneğin Türkiye, 1980 başlarında liberal ekonomi politikasına geçiş yapmış, o yıllardan sonra tüketim (alış- veriş) kültürü, marka merakı Türk toplumunda da hızla yaygınlaşmıştır.

Şirketler sürekli yeni ürün çıkarma peşinde koşmaktadır. Teknoloji geliştikçe ve kapitalist mekanizma talep ettikçe, yeni çeşitler üretilmektedir. Gıdadan ilâca, giyimden kişisel bakıma, elektronikten ev eşyalarına birçok sektörde farklı amaçlarla, üretim yapılmakta; ürün yelpazesi sürekli genişlemektedir. Sadece kimyasallar düşünüldüğünde, karşı karşıya kalınan sayı, durumun en güzel göstergesidir. Kimyasal veri tabanına kayıtlı kimyasal sayısının 2002'de 20 milyon civarında iken, bu sayının, 2019'da 156 milyona ulaştığı belirtilmektedir (Baydemir, 2020). İnternet ve küresel e- ticaret platformları, milyonlarca ürün listelemekte, her gün binlerce, hatta bazı sektörlerde on binlerce yeni ürün piyasaya sürülmektedir. Ürün çeşidinin vardığı, varabileceği sayı ve miktarları hakkında fikir yürütmek bile güçtür. Ve tüm bu üretimler için, mineraller gibi, yenilenemez doğal kaynaklar kullanılmaktadır.



Şekil 1- Solda,1900-2015 yılları arasında Cu, Zn ve Al'in yıllık üretimi.

Sağda, Nadir toprak elementleri (REE), V, Se, Nb, Pt ve Li'nin yıllık üretimi (Vidal ve diğer., 2017).



Şekil 2- Küresel alüminyum, bakır, kurşun ve çinko tüketimi (Rogich ve Matos, 2008).

Bu durum, maden- mineral kaynaklarına da yansımıştır. İlk taş taş aletlerin yapımında, sadece birkaç kayaç türünden yararlanılabiliştir. Zamanla, ekonomiye katılan kayaç ve mineral sayısı sürekli artış göstermiştir. Bugün, yaklaşık 200 mineral, 10'dan fazla kayaç ekonomik değere sahiptir. Yerkabuğunda, sadece birkaç yüzü yaygın ve bol bulunan minerallerin sayısı, International Mineralogical Association (IMA) veri tabanına göre, 6000'i aşmaktadır (IMA, 2025). Bilim ve teknolojideki gelişmelere bakınca, bundan sonrasında da ekonomik değer taşıyan minerallerin sayısının artması beklenir. Zira, sayıları 17 olup, ilkinin (iterbiyum) keşfinin üzerinden henüz 250 yıl bile geçmemiş olan nadir toprak elementlerinin (NTE ya da REEs) bileşikleri, lazerlerden manyetik malzemelere, elektrikten elektroniğe birçok alanda kullanılmaktadır. Geleceğin hammaddeleri, diye düşünülmekte ve şimdiden stratejik maden olarak görülmektedir. Şekil 1 ve 2'den de anlaşılacağı üzere, üretim miktarları, diğer metalik cevherler gibi, 20. yüzyılın ortalarından itibaren hızla yükselmektedir.

Dünya nüfus artış hızı, özellikle gelişmemiş ülkelerde zirveye çıkmışken (Çizelge 1); sanayi faaliyetleri, ürün miktar ve çeşitliliğini arttırarak sürerken; tüketicilik, gün geçtikçe daha fazla ülkeye yayılırken; ekolojik krizin yarattığı kaygılar sonucu Batı'da, toplumsal tepkiler ve kamuoyu baskısı yoğunlaşmıştır. Dönemin, belki de en önemli pragmatik hamlesi, 1969'da

ABD’de, Çevresel Etki Değerlendirme (ÇED) uygulamasının resmîyet kazanmasıdır. Bu uygulama, kısa bir zaman zarfında, diğer gelişmiş ülkelerde karşılık bulmuştur. Mevzuatların sıkça değiştirilip sıkılaştırmasına paralel olarak denetimler de artmıştır.

DÇKK tarafından, 1987’de bir kalkınma modeli önerilmesi ve “sürdürülebilirlik” kavramına birçok çevrece sahip çıkılması, şimdiye dek atılmış en güçlü adım gibi görünmektedir. Ortaya konan ve izleyen yıllarda adım adım geliştirilen ilkeler, en azından kimi kesimlerce, beklenen çözüm olarak algılanmıştır. Bu ilkeler, doğaya, mümkün mertebe zarar verilmemesi; insan ve doğa arasında denge kurulması, kaynakların verimli kullanılması, atık yönetiminin geliştirilmesi; adil toplum kurmak için, fırsat eşitliği ve adalet sağlanması; ekonomik gelişmenin sürdürülmesi, ama israfın önlenmesi ve tasarruf yapılmasıdır. Söz konusu yaklaşım, kâğıt üstünde de olsa; hükümetlerce, uygulanacak politikaların ayaklarından birini teşkil etmiş; şirketleri, neredeyse tüm yatırım projelerinde dikkate almaya zorlamıştır. Benzer biçimde, şirketler, üretim süreçlerinde mevcut en iyi teknolojiyi (best available technology) kullandıklarını öne sürmektedir.

Bu dönemin ilginç ayrıntılarından biri, nasıl “Yeşil Siyaset” ortaya çıkmışsa, aynı şekilde, “Yeşil Kapitalizm” ve “Yeşil Emperyalizm” kavramlarının literatüre girmiş olmasıdır.

Bir başka adım, 1990’ların sonlarına doğru atılmıştır. Özellikle madencilikte, yatırım faaliyetlerine karşı gösterilen direncin, hukuki süreçlerin önüne geçebilmek için, önceden, faaliyetten etkilenen toplumun onayını almak adına yapılacak çalışmalar bütünüdür. “Faaliyet için Toplumsal Kabul ve Onay (Social License to Operate- SLO) adı verilen girişimin esası; en başından toplumla sürekli iletişimde olmak, şeffaf hareket etmek, toplumun katılımını sağlamak, doğru bilgiler vererek güven kazanmak, sürdürülebilirlik ilkelerine uymak ve sonuçta, proje için toplumun onayını almaktır.

Gösterilen çabalarla, dünyanın birçok yerinde, ekolojik krize ilişkin toplumsal bilincin arttığı, yaygınlaştığı; meclislerin yeni yasalar, yönetmelikler çıkararak önlemler almaya çalıştığı; STK’ların, bir yandan toplumu bilinçlendirmeye, diğer yandan çıkarılacak mevzuata katkı koyduğu; yine hükümetlerin ve uluslararası kuruluşların çözümler üretmek için uğraş verdiği kuşkusuzdur, ama temelde, gidişatta değişen çok az şey vardır.

İşte, dünyanın farklı coğrafyalarında, biyoçeşitliliğin azaldığını kanıtlayan, bilimsel araştırmalar yayımlanmaktadır (McKee ve diğer., 2004; Raven ve Wagner, 2021).

Tarımın başladığı dönemden itibaren bugüne değin, ormansızlaşmanın, yaklaşık yarısının 20. yüzyılda gerçekleştiği tahmin edilmektedir (Osterhammel, 2014). FAO Küresel Orman Kaynakları Değerlendirmesi’nde, 1990 ve 2020 yılları arasında 420 milyon hektar ormanın ormansızlaştırıldığı (diğer arazi kullanımlarına dönüştürüldüğü); oranın, dönem içinde azalmış olsa bile, ormansızlaşmanın 2015- 2020’de hâlâ yılda 10 milyon hektar olduğunun (yılda yaklaşık yüzde 0,25) tahmin edildiği vurgulanmaktadır (FAO, 2022).

Madencilikte de durum, gidişat bakımından farklı değildir. Sadece birkaç örneği verilen Şekil 1 ve 2’den görüldüğü üzere, tüketim ve bu talep doğrultusunda madencilikte üretim artışı, bazı istisnalar hariç (asbest, cıva, kadmiyum içeren mineraller), sürmektedir. Dünya toplam demir cevheri üretimi, 2023’te, yaklaşık 2,5 milyar ton (USGS, 2024), iklim değişikliği sebebiyle enerji üretiminde kullanılmasına karşı çıkılan kömürün, dünya toplam üretimi, 2023’te 8,970 milyar tona çıkmıştır ki, bu, tüm zamanların en yüksek seviyesidir (IEA, 2024).

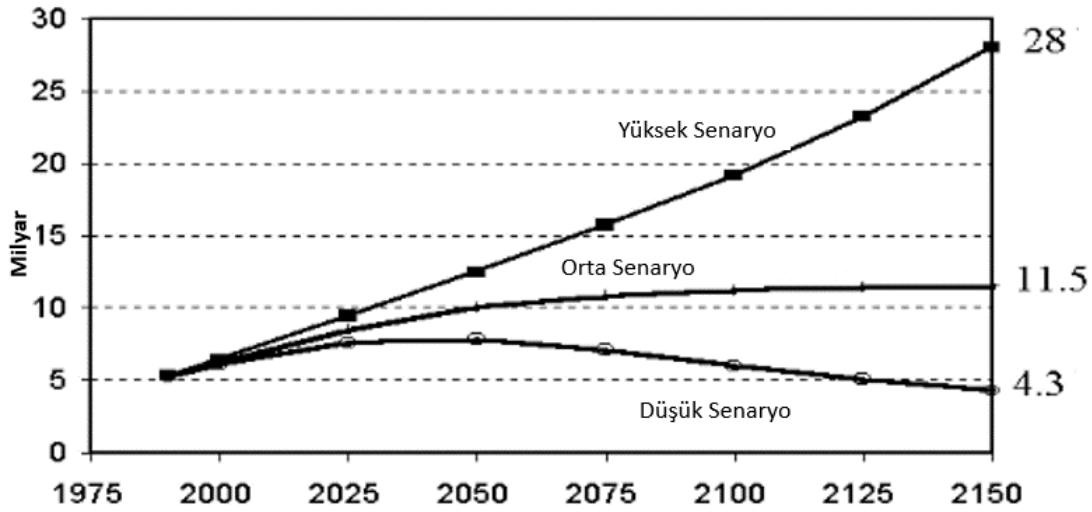
Artmaya devam eden dünya nüfusu (8 milyarı aşmış durumda), dengesiz de olsa yükselen refah seviyesi, hemen her tür mala olan talebi arttırmaktadır. Dahası, tüm iletişim araçları kullanarak, insanlar, daha fazla tüketmeye teşvik edilmekte; üretim- tüketim artışı sürmektedir. Aslında bu, şaşılacak değil, beklenmesi gereken bir durumdur.

2.4.Görünür Gelecek

Ekolojik kriz dendiğinde, her bir birey aynı algıyı paylaşmamaktadır. Belki herkes için geçerli değil, ama muhtemelen çoğunluk bundan, suların, toprakların ve atmosferin kirlenmesini anlamaktadır. Tekrarlamak gerekirse kirlenme dışında, biyoçeşitlilikte azalma, doğa tahribatı, yenilenemez kaynakların (mineraller) tükenmesi, atık bertarafı, artan nüfus, iklim değişimi gibi sorunların her biri ekolojik krizin unsurlarıdır.

Artan nüfus, sürekli daha geniş alana yayılma yüzünden, yaban hayatını tehdit etmektedir. Ki, söz konusu durum, 2020’de dünyayı saran COVID- 19 pandemisinde, başlama sebebi olarak görülmüş; gelecekte, başka pandemilerin yaşanacağı uyarıları yapılmıştır.

Ülkelerin ekonomik büyümeleri genelde, dengesiz de olsa artma eğilimindedir. Dağıtım adaletsizdir, ama ortalama refah seviyesi yükselmektedir. Dünya nüfusu için Birleşmiş Milletler tarafından yapılan uzun vadeli projeksiyonlara (1990- 2150) göre, Şekil 3’de görüldüğü üzere; nüfus, yüksek senaryoda 2150’de de artma eğilimindedir. Orta ve düşük senaryoda, 2050’de yavaşlamış olmasına karşın, hâlâ artma eğiliminde olacaktır. Öyleyse, kişi başı tüketim aynı kalsa bile, kümülatif artışını sürdürecektir. Ki, kapitalist düzenin varlığını koruyacağı düşünülürse, kişi başına tüketimin artacağını öne sürmek, pek yanıltıcı olmayacaktır.



Şekil 3- Birleşmiş Milletler- Dünya nüfusu için uzun vadeli projeksiyonlar- 1990- 2150

Bu veriler, doğal kaynak kullanım ve tüketimi açısından, doğanın üzerindeki yükün artacağı anlamına gelir. Burada, mineral rezervleri açısından bir parantez açmak lâzım gelir. Dünya madenciliğinde üretim derinlikleri, birkaç yüz m ile birkaç bin m arasında değişmektedir. En derini Güney Afrika’da Mponeng Altın Madeni olup 4000 m’de üretim yapılmaktadır. Yerkabuğunun ortalama 30- 35 km kalınlıkta olduğu düşünülürse, geliştirilecek teknolojilerin de yardımıyla, maden varlığının görünür gelecekte, sorun olmayacağı düşünülebilir. Üstelik, şimdilik çok az ülkede ve kısıtlı gerçekleşen metal geri kazanımının, artacağı varsayılabilir. Ancak, asıl sıkıntı, giderek derinleşen ve tenörleri düşen maden damarlarının üzerindeki örtü tabakası kalınlığı ile beraber, zenginleştirme sonucu açığa çıkan, kullanım alanı bulunması veya bertaraf edilmesi gereken atık malzeme oranının gün geçtikçe artmasıdır.

Mevcut gidişatın akla getirdiği soru, gezegenin, kaç insanı barındırabileceği sorusudur. Soru karmaşıktır, çünkü cevap teknolojik gelişmeler, kaynak yönetimi, insanların yaşam standardı ve tüketim kalıpları gibi çeşitli faktörlere bağlıdır. O nedenle, kestirimler büyük ölçüde farklılık gösterir. BM. Dünya Nüfusu Raporu’ndaki tahminlere göre, dünyanın taşıma kapasitesi 4- 16

milyar arasında değişmekte; bu değer ortalama, yaklaşık 10 milyar olarak hesaplanmaktadır (UN, 2001).

Son 50- 60 yıllık sürece bakılırsa; onca uyarıya, alınan önlemlere, denetimlere rağmen, düzelme olmadığı gibi, gidişat, daha da kötüleşmiştir. Biyoçeşitlilikte azalmanın, ormansızlaşmanın, mineral kaynak tüketiminin devam edeceği anlaşılmaktadır. Sonuçta, insan evladı, kendine yapay bir doğa yaratacakmış gibi bir izlenim uyanmaktadır.

3. Sonuç

Hâlen dünyada, gün geçtikçe derinleşen bir ekolojik kriz yaşandığı, sınırlı bir kesim dışında, kabul edilmekte; çözüm arayışları bireyselden örgütsel, bilim insanlarından uluslararası kuruluşlara kadar farklı platformlarda sürmektedir.

Çözümün ayaklarından biri olarak, hemen herkesin ortak düşüncesi, dünya nüfusunu, yaşam standardını da gözeterek, belirli bir sınırın altında tutabilmektir. Gerçi astrofizikçilerin, araştırma hedefleri arasında; insanın yaşayabilmesine uygun yapıda, ulaşılabilir gezegenler keşfetmek vardır. Böylece, uzay kolonileri kurulabilecek ve nüfus artışı, sorun olmaktan çıkacaktır, ama istenen niteliklerde gezegen bulunabileceği şüphelidir.

Çabaların ilk ayağı, pragmatiktir. Örneğin, STK'lar ve uluslararası kuruluşlar (BM gibi), ilgili mevzuatın hazırlanmasında, politikaların uygulanmasında, değiştirilmesinde hükümetlere baskılar uygulamakta, öneriler sunmaktadır.

Araştırmacılar ve mühendisler ise, genelde, teknolojik temelli çareler üretmektedir. Üretim süreçlerinde alıcı ortamların kirlenmesine engel olacak, mevzuatla getirilen kısıtlara uyum gösterecek yöntemler geliştirmektedir. Yine doğal kaynakların korunması doğrultusunda, su ve hammadde tüketiminin yanı sıra, enerji ihtiyacını azaltacak, verimliliği yükseltecek prosesler üzerinde çalışmalar yapılmaktadır. Yeni enerji kaynakları üzerine çalışılmaktadır. Elektrikli araçlar gibi, fosil yakıt tüketimi gereksinimini ortadan kaldırmaya yönelik araştırmalar-uygulamalar; iklim değişikliğini yavaşlatmak için CO₂ tutma- depolama (carbon capture-storage) da teknolojik çalışmalar/yatırımlar arasındadır.

Sığ ya da Yüzeysel Ekoloji, Ekonomik Ekoloji, Restorasyon Ekolojisi, Koruma Ekolojisi, Endüstriyel Ekoloji, Kentsel Ekoloji ya da Serbest Piyasa Çevreciliği gibi, meselenin bir boyutuna odaklı yaklaşımlar da yine esasen, insan merkezli ve pragmatiktir.

Örnekler çoğaltılabilir ve her biri değerlidir, ama pragmatik çözümler, esasen, gidişatı yavaşlatmaktan öte girişimler değildir.

Ray Kurzweil, Amory Lovins, Jeffrey Sachs gibi kimi iyimser şahsiyetler, teknolojinin ve onun ürünü yapay zekânın, ekolojik krizin üstesinden geleceğine inanmaktadır. Ancak, yapay zekânın ulaşabileceği seviyenin, yeryüzünde insanın varlığını gereksiz kılıp kılmayacağı öteden beri tartışılmaktadır. Bazı canlı türleri yok olurken, doğanın varlığı sürmektedir, dolayısıyla, homosapiens denin türün yok olması ki, homosapiens öncesindeki insan türleri yok olmuştur, doğa açısından bir değer taşımaz.

İkinci ayak, kuramsaldır ve kökten çözüm amaçlıdır. Marksist Ekoloji, Toplumsal Ekoloji, gibi yaklaşımlar, çözüm için hâkim ekonomi- politiğin (kapitalizm) bütünüyle değişmesi gerektiğini savunurlar. Doğayla uyumlu bir toplum yapısını gerekli gören Toplumsal Ekoloji, sorunun kökeninde toplumsal hiyerarşi ve eşitsizliği görür. Marksist Ekoloji, yaşanan krizin Sanayi Devrimi ile geldiğini vurgular. Feminist Ekolojiye göre, sorunun kaynağı, patriyarkal düzendir. İnsan merkezli (antroposenik) bakışı reddeden, insanın diğer hiçbir canlıdan farkı

olmadığını öne süren Derin Ekoloji yaklaşımında, çözümün anahtarı insanın doğayla uyumundadır. Bu yaklaşımlar, bireyi ve bireyin arzularını dikkate almıyor görünmektedir.

John Zerzan ve David Watson gibi, teknoloji ve endüstri karşıtı anarşist düşünürler, ekolojik krizin köklerini çağdaş uygarlıkta ararken, temelde, doğadan kopuş ve doğaya hükmetme arzusunun bu sonucu doğurduğunu ileri sürerler. Kısacası, çözümleri göçebe avcı- toplayıcı topluma dönüştür (İlkelcilik- Primitivizm). Ne var ki, milyonlarca yılda geline noktadan, bunlar uygarlığın kazanımı olarak değerlendirilmese dahi, göçebe avcı- toplayıcı topluma dönüş mümkün görünmemektedir. Hâlihazıra, 8 milyara çıkmış nüfusun fizyolojik ihtiyaçları, avcı- toplayıcı toplum yapısıyla, nasıl karşılanabilir; nüfusu, olması gereken seviyeye, kısıtlı zaman zarfında, indirmenin yöntemi nedir?

Kuramsal ya da köktenci bu akımların hayata geçebilmesi için, ancak ve ancak, mevcut dünya düzeninin ortadan kalkması gerekmektedir. Ayrıca, her şeye rağmen, görüldüğü kadarıyla, tüm bu köktenci yaklaşımlarda, insan unsuru gözden kaçmaktadır.

Bilimin- felsefenin, 16.- 18. yüzyıllar arasındaki ilerlemesi, Newton fiziğini doğurmuş, sonuçta, “Mekanik evren” anlayışını getirmiş; felsefi, dini, kültürel, siyasi, ekonomik anlayışları yıkmış; insanların, doğa algısını ve dünya görüşünü değiştirmiştir. Klasik ekonominin kurucu babası İskoç Ekonomist Adam Smith’in (1723- 1790), “*The Wealth of Nations (Ulusların Zenginli)*” adıyla bilinen eserinde kullandığı, “görünmez el” metaforu, evrenin mekanik işleyiş anlayışının, ekonominin işleyişinde de geçerli olduğunun ifadesidir. Sorunlar çözüldü sanılırken zaman, kapitalizmin, insanlığın başına nasıl büyük sorunlar yarattığını göstermiştir.

İşte, bu sürece benzer bir sürecin yaşanmasına ihtiyaç vardır. “Mekanik evren” anlayışını yıkan kuantum fiziği, kuramları tamamlandığında, New fiziğinin sebep olduğu kökten değişimin bir benzerinin gerçekleşmesini sağlayabilir. Tabii ki, bu, başka bir bilimsel sıçrama vasıtasıyla da olabilir. Bugün geçerli felsefi, dini, kültürel, siyasi, ekonomik anlayışların yıkılması; insanın bireysel yaşamının, doğa algısının ve dünya görüşünün bütünüyle değişmesi, muhtemelen ekolojik krizlerin çözümü olacaktır. Her bilimsel ve teknolojik ilerleme hedeflenen sorunları çözerken, başka sorunların sebebi olagelmıştır. Şimdiye kadar olduğu gibi, ekolojik krizi çözecek bilimsel gelişme de yeni sorunları doğuracaktır.

Ezcümle, mesele, insanı değiştirebilmekte yatmaktadır. Böylesi bir paradigma değişikliği zorunludur.

Kaynakça

Akesen, A., 1997; “Alternatif Bir Yöntem Olarak Doğa Koruma Sistemlerinin Rolü ve Önemi”, Doğal Kaynak Kullanımında Alternatif Yöntemler Yeni Yaklaşımlar, M. Ü. Türkiye Ekonomisi Araştırma Merkezi ve Friedrich-Naumann Vakfı, Ankara, s. 35-44.

Anderson, T. L., & Leal, D. (2001). *Free market environmentalism: revised edition*. Basingstoke: Palgrave (1991).

Arrhenius, S. "On the Influence of Carbonic Acid in the Air upon the Temperature of the Ground." *Phil. Mag* 41 (1896). Philosophical Magazine and Journal of Science Series 5, Volume 41, April 1896, pp. 237-276.

Armağan, A. C. "Yaşlanan nüfusa yönelik politikalar ve tedbirler." Master's thesis, Sosyal Bilimler Enstitüsü, 2000.

Baydemir, T., “Kimyasallar Her Yerde- Geleceğin Kimyası Nasıl Tasarlanmalı?” TÜBİTAK Bilim ve Teknik Dergisi, Ağustos 2020, s. 12- 29.

- Bell, M. L., & Davis, D. L. (2001). Reassessment of the lethal London fog of 1952: novel indicators of acute and chronic consequences of acute exposure to air pollution. *Environmental health perspectives*, 109(suppl 3), 389-394.
- Bosson, R., & Varon, B. (1977). Mining industry and the developing countries. [excludes fuel sources and construction materials].
- Boulding, K. E. 1966. The economics of the coming Spaceship Earth. Environmental Quality in a Growing Economy: Essays from the Sixth RFF Forum. H. Jarrett. Baltimore, John Hopkins University Press: 3-14.
- Brundtland, G. H. "World commission on environment and development (Ortak geleceğimiz raporu)." (1987).
- Bookchin, M. (1964) "Ecology and Revolutionary Thought". *Anarchy* 6/11 (1965), 321–40.
- Canada, T., Haub, C. "How many people have ever lived on earth?" <https://www.prb.org/articles/how-many-people-have-ever-lived-on-earth/>
- Carson, R., *Silent Spring* (Boston: Houghton Mifflin, 1962; repr., Greenwich: Fawcett Publications.
- Cartwright, M. (2023). "Coal Mining in the British Industrial Revolution" <https://www.worldhistory.org/article/2201/coal-mining-in-the-british-industrial-revolution/> (Erişim tarihi- 07.03.2025).
- Cleland, J. (2013). World population growth; past, present and future. *Environmental and Resource Economics*, 55, 543-554.
- d'Eaubonne, F. 1974. "Feminism or death (*Le féminisme ou la mort*)". Verso New York. (2022).
- Dauvergne, P. (2005). 1 Global environmental politics: handbook topics and themes. *Handbook of Global Environmental Politics*, 1.
- FAO, (2022). "The State of the World's Forests" <https://openknowledge.fao.org/server/api/core/bitstreams/8f599970-661d-45f5-a598-2ea46ca1605f/content/src/html/deforestation-land-degradation.html> (Erişim tarihi- 05.03.2025)
- Freyer, H. (2018). Sanayi Çağı (çev. Bedia Akarsu, Hüseyin Batuhan). Ankara: Doğu Batı Ya. No. 112, Sosyoloji Dizisi-26.
- Gidey, G., Taju, S. and Hagos, A. S., 2005, Introduction to Public Health, Lecture Notes for Health Science Students, Mekelle University- In Collaboration with the Ethiopia Public Health Training Initiative, the Carter Center, the Ethiopia Ministry of Health, and the Ethiopia Ministry of Education.
- Gowlett, J. A. (2016). The discovery of fire by humans: a long and convoluted process. *Philosophical Transactions of the Royal Society B: Biological Sciences*, 371(1696), 20150164.
- Harmand, S., Lewis, J. E., Feibel, C. S., Lepre, C. J., Prat, S., Lenoble, A., ... & Roche, H. (2015). 3.3-million-year-old stone tools from Lomekwi 3, West Turkana, Kenya. *Nature*, 521(7552), 310-315.
- IEA (2024), Coal Mid-Year Update- July 2024, IEA, Paris <https://www.iea.org/reports/coal-mid-year-update-july-2024>, Licence: CC BY 4.0 (Erişim tarihi- 09.03.2025).
- International Mineralogical Association (IMA), (2025) <https://rruff.info/ima/> (Erişim tarihi- 08.03.2025).
- Jun, K. (2009). Case study of air pollution episodes in Meuse Valley of Belgium, Donora of Pennsylvania, and London, UK. *Environmental Toxicology and Human Health*, 1(1), 78.

- Kaneda, T. & Haub, C. (2022).” How many people have ever lived on Earth?”. <https://www.prb.org/articles/how-many-people-have-ever-lived-on-earth/> (Erişim tarihi-05.03.2025).
- Leopold, A., (1968) A sand County Almanac and Sketches Here and There, Oxford University Press, Inc. New York (1949).
- Longhurst, J. W. S., & Conlan, D. E. (1970). Changing air quality in the greater Manchester conurbation. *WIT Transactions on Ecology and the Environment*, 3.
- McKee, J. K., Sciulli, P. W., Foose, C. D., & Waite, T. A. (2004). Forecasting global biodiversity threats associated with human population growth. *Biological Conservation*, 115(1), 161-164.
- Meadows, D. H., Meadows, D. L., & Randers, J. (1972). WW Behrens III, The Limits to Growth. *New York: Potomac Associates*.
- Næss, A. (1973). "The shallow and the deep, long-range ecology movement: a summary". *Inquiry: An Interdisciplinary Journal of Philosophy*. 16 (1-4): 95-100.
- Osterhammel, J. (2014) Dönüşen Dünya Küresel 19. yüzyıl, Çev. TÜZEL, M., Türkiye İş Bankası Kültür Yayınları, İstanbul.
- Raven, P. H., & Wagner, D. L. (2021). Agricultural intensification and climate change are rapidly decreasing insect biodiversity. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 118(2), e2002548117.
- Rogich, D. G., & Matos, G. R. (2008). *Global flows of metals and minerals*. US Department of the interior, US Geological Survey.
- Tiwari, S., 2010; “Origin of Environmental Science from Vedas”, International Seminar on Science & Technology in Ancient Indian Texts (SATAIT), Special Center for Sanskrit Studies-JawaHarlal Nehru University, New Delhi- India. <http://www.sanskrit.nic.in/svimarsha/v2/c17.pdf>, Erişim: 17.10.2015.
- United Nations (UN). (2001). World population monitoring 2001: population, environment and development.
- U.S. Geological Survey (USGS), “İron Ore”, Mineral Commodity Summaries, January 2024.
- Vidal, O., Rostom, F., François, C., & Giraud, G. (2017). Global trends in metal consumption and supply: the raw material-energy nexus. *Elements: An International Magazine of Mineralogy, Geochemistry, and Petrology*, 13(5), 319-324.
- Vogt, W. (1948). *Road to survival*. New York.
- White Jr, L. (1967). The historical roots of our ecologic crisis. *Science*, 155(3767), 1203-1207.
- y Gasset, J. O. (1962). Man, the technician. In *History as a System and Other Essays Toward a Philosophy of History* (p. 153). Norton.
- Yumuturuğ, S., 1988; Halk Sağlığı Ders Kitabı, Ankara Üniversitesi Eczacılık Fakültesi Yayınları Sayı: 64, Ankara.

8.OTURUM: TEKNOLOJİ, ÜRETİM VE TÜKETİM

Yeşil ve Dijital Gelecek: Madensiz Gelmeyecek

Sait UYSAL
saituysal@gmail.com

İnsanlık, tarih boyunca farklı dönemlerde farklı ihtiyaçlar geliştirmiştir. Ancak değişmeyen bir gerçek vardır: "Hasadını yapamadığımız her şeyin madenciliğini yapmak zorundayız." Ekimini, dikimini yapıp büyütüp hasat edemediğimiz her şeyi, yer altından çıkarıp uygun şekilde işleyerek kullanmak zorundayız.

Geçmişte, örneğin tuz en değerli hammaddelerden biri olmuş, bazı devletlerin gelirlerinin %80'ini oluşturmuştur. Öyle ki, Roma İmparatorluğu döneminde askerlerin maaşlarının bir kısmı o dönem "salaris" olarak adlandırılan tuzla ödenmiş ve günümüzde İngiltere'de kullanılan "salary" (ücret/maaş) kelimesi de buradan türemiştir.

Günümüzde ise yapay zekâ, nesnelerin interneti, dijitalleşme, kuantum bilgisayarlar ve yenilenebilir enerji teknolojilerinin yükselişiyle yeni bir sanayi devrimi yaşanmaktadır. Tarihteki tüm sanayi devrimleri, aynı zamanda bir enerji dönüşümüne de sahne olmuştur:

- 1. Sanayi Devrimi: Buharlı makinelerle birlikte enerji ihtiyacının artması ve odunun yerini kömürün alması.
- 2. Sanayi Devrimi: İçten yanmalı motorların yaygınlaşmasıyla kömürden petrole geçiş.
- 3. Sanayi Devrimi: Bilgisayarlar, yarı iletkenler ve internetin doğuşuyla elektriğin küresel ölçekte yaygınlaşması.
- 4. Sanayi Devrimi (*Günümüz*): Tam bir elektrifikasyon çağına girilmekte ve bu elektriğin yenilenebilir kaynaklardan üretilmesi hedeflenmektedir.

Bu doğrultuda, fosil yakıtlardan mineral egemenliğine bir geçiş yaşanmaktadır. Petrolün küresel ekonomideki hakimiyeti azalırken, kritik minerallere sahip olan veya bunları kontrol eden ülkelerin güç kazandığı bir döneme girilmektedir. Enerji bağımsızlığının sağlanabilmesi artık maden kaynaklarına bağlıdır.

Yapay Zekâ, Dijitalleşme ve Madencilik

Dijital dönüşümün temel unsurlarından biri olan yapay zeka ve veri merkezlerinin gelişimi için yüksek teknoloji çiplerine gereksinim duyulmaktadır. Ancak bu çiplerin üretimi silis kumundan başlamaktadır. Yüksek saflıkta silisyum metalinin üretilmesi, büyük miktarda enerji tüketimini gerektirmektedir:

1 ton silisyum metali üretimi için 400 megavat saat enerji harcanmaktadır.

Uluslararası Enerji Ajansı'na (IEA) göre, yapay zekâ, veri merkezleri ve kripto varlıkların toplam enerji ihtiyacının 2026 yılına kadar 450 TWh'ten 1000 TWh'in üzerine çıkması öngörülmektedir. Yani yalnızca bu teknolojiler için 650 TWh'lik ek enerji talebi oluşacaktır.

Karşılaştırmak gerekirse, Türkiye'nin yıllık toplam elektrik üretimi yaklaşık 335 TWh'tir. Bu durum, küresel ölçekteki enerji ihtiyacının ne denli büyük olacağını açıkça göstermektedir.

Temiz Enerji Devrimi ve Kritik Minerallerin Önemi

Enerji talebinde yaşanan bu büyük artış, temiz enerji kaynaklarının daha yaygın kullanımını zorunlu kılmaktadır. Ancak rüzgar ve güneş gibi yenilenebilir enerji kaynakları **sürekli ve stabil** bir enerji üretimi sağlayamamaktadır. Bu nedenle, enerjinin depolanması ve iletilmesi kritik bir konu haline gelmektedir.

Uluslararası Yenilenebilir Enerji Ajansı (IRENA) tarafından yapılan çalışmalarda, lityum, kobalt, galyum, nadir toprak elementleri, platin grubu metaller, nikel, grafit, manganez, bakır ve germanyum gibi madenlerin bulunmaması durumunda, bu dönüşümün gerçekleştirilemeyeceği öngörülmektedir.

Ayrıca yapılan tahminlere göre, küresel enerji dönüşümünü sağlayabilmek için:

- Lityum üretiminin 10 kat,
- Nikel üretiminin 3 kat,
- Grafit üretiminin 5 kat,
- Kobalt üretiminin 2 kat artırılması gerekmektedir.

Türkiye'de ise 2030 itibarıyla lityum batarya üretim kapasitesinin 80 GWh'i aşacağı ve bunun 10 milyar dolarlık bir ithalat yükü oluşturacağı öngörülmektedir. Bu büyüklükte bir üretim kapasitesinin sürdürülebilirliği için, yalnızca lityum, nikel ve grafit gibi hammaddeler için 3 milyar dolarlık ithalat yapılması gerekecektir.

Sonuç olarak madensiz yeşil gelecek mümkün değil. Temiz enerji, dijital dönüşüm ve sürdürülebilir gelecek ancak madencilikle mümkün olabilir. Madencilik olmadan:

- ▶ Elektrikli araçların üretimi sağlanamaz.
- ▶ Yenilenebilir enerji santralleri inşa edilemez.
- ▶ Yapay zekâ için gerekli çipler üretilemez.
- ▶ Dijitalleşme ve elektrifikasyon tamamlanamaz.

Özetle, madenciliği desteklemeyen bir enerji dönüşümünün başarılı olması mümkün değildir. Günümüzün enerji ve teknoloji çağında, madencilik artık unutulmuş bir sektör değil, geleceğin merkezinde yer alan stratejik bir faktördür.

Yeşil ve Dijital Gelecek, Madensiz Gelmeyecek!

YENİLENEBİLİR KAYNAKLARDAN ENERJİ ÜRETİMİNDE DOĞAL KAYNAK KULLANIMI

Mahir ULUTAŞ

TMMOB Elektrik Mühendisleri Odası

İyi bilindiği üzere fosil yakıtların enerji üretiminde kullanımı, küresel ısınma başta olmak üzere ciddi çevresel sorunlara yol açmaktadır. Bu nedenle, rüzgâr ve güneş başta olmak üzere yenilenebilir kaynaklardan enerji üretimi doğal ve ciddi bir alternatif olarak öne çıkmakta ve enerji üretimindeki payı her geçen yıl artmaktadır.

Bununla birlikte halihazırda gerçekleşmekte olan dönüşümün göstermiş olduğu ve popüler tartışmalarda büyük oranda ihmal edilen bir diğer gerçek de tekil olarak kapitalistlerin yenilenebilir enerji kaynaklarına yatırım yapabilmeleri hiç kuşkusuz mümkün olmakla birlikte, bir bütün olarak kapitalist sistemin fosil yakıtlardan vazgeçmesinin çok güç olduğudur.

Bunun birbirini bütünleyen üç temel sebebi vardır; her şeyden önce milyonlarca yıllık jeo-kimyasal bir sürecin sonucu olarak depolanmış ve yanma yoluyla kolayca açığa çıkabilecek hidrokarbon formunda büyük bir enerjiyi barındırdığı için bu rezervler, “büyüme için büyüme” zorunluluğu içindeki kapitalizm için vazgeçilmez durumdadır. Dahası tarihsel olarak fosil yakıtlar mümkün kıldığı fabrika formu aracılığıyla emeğin örgütlenmesi ve kontrolü için muazzam bir imkân sağlamıştır ve dağıtık yapılar ve enerji üretimi konusunda inkâr edilemez gelişmeler olsa da, büyük çaplı kitlesel üretim, sistem için zorunludur. Son olarak diyebiliriz ki kapitalist uygarlık temelde bir petro-kimya uygarlığıdır; günlük hayatta kullandığımız pek çok malzeme petrol türevidir. Devasa büyüklükteki bu sabit sermayenin tedricen de olsa dönüşümü kapitalist mantık içerisinde çok zor.

Popüler tartışmalarda çoğunlukla dikkate alınmayan bir diğer gerçek ise halihazırda yenilenebilir enerji teknolojisinin özellikle güneş panelleri, rüzgâr santralleri ve elektrikli araçların akü gruplarında ihtiyaç duyduğu nadir metaller için yaygın madenciliğin dünyanın eko-sistemi için iklim değişikliği ile kıyaslanabilir felaketlere neden olabileceği gerçeğidir. Ayrıca söz konusu nadir metaller dünya üzerinde eşitsiz dağılmakta olup, bu metallerin kontrolü yeni bir jeo-politikayı mümkün ve hatta zorunlu kılmaktadır.

Bu bildiriye öncelikle söz konusu dönüşümün hızı ve kısıtları ile ilgili yukarıda özetlenmeye çalışılan bazı temel noktaların vurgulanması hedeflenmektedir. Ardından yenilenebilir kaynaklardan enerji üretiminde kullanılan nadir metallerin dünya üzerindeki dağılımı, bu dağılımın önümüzdeki dönemde görünür kılacağı jeo-politik şekillenme ve “büyüme için büyüme” çarpık anlayışı içindeki kapitalist ekonomik modelin zorunlu kıldığı vahşi doğal kaynak sömürüsü nedeniyle yaşanmakta olan çevresel felaketler tartışılacaktır.

Bildirinin sonuç bölümünde ise halkçı ve demokratik bir enerji politikası için satırbaşları netleştirilmeye çalışılacaktır. Bir yanı sıra enerji politikalarında ciddi ve radikal bir değişikliğe hızla gidilerek elektrik üretiminde fosil yakıtların payı düşürülmesi ve yenilenebilir enerji kaynaklarının payını ciddi oranda artırmaya yönelik politikaların, kamusal planlama anlayışı ile toplum çıkarlarını gözeterek ivedilikle uygulanması gerektiği açıktır. Bu çerçevede enerji üretim tesislerinin kamusal bir planlama anlayışı içinde, rüzgâr, güneş vb. yenilenebilir enerji

kaynaklarının payını artıracak bir şekilde ve toplum çıkarlarını gözetir biçimde kurulması sağlanmalıdır. Diğer yandan bu politikalar, halihazırda yenilenebilir enerji teknolojisinin ihtiyaç duyduğu nadir metaller için yaygın madenciliğin dünyanın eko-sistemi için iklim değişikliği ile kıyaslanabilir felaketlere neden olabileceği bilinciyle oluşturulmalıdır. Bu dengeyi kurabilecek olan ise emekten yana bir toplumsal dönüşümün sağlanmasıdır. Karmaşık bir sistem olan biyosferin yaşamsal döngülerini daha iyi anlayacak bir bilimsel devrimin gerçekleşmesinin ve sonuç olarak insan ile doğa arasında yeni bir bütünlük kurulmasının yegâne yolu da budur.

Türkiye'nin Stratejik Bor Rezervlerinin Temiz Enerji Teknolojilerindeki Rolü ve Gelecek Potansiyeli

Ragıp Kızıltaş¹

¹TMMOB Kimya Mühendisleri Odası Ankara Şubesi, Ankara, Türkiye
(ragipkiziltas@gmail.com)

ÖZET

Büyük bir ivme ile artan enerji ihtiyacı ve geleneksel enerji kaynaklarının çevreye verdikleri olumsuz etkiler sebebi ile yeni, temiz ve sürdürülebilir enerjiye olan talep her geçen gün artmaktadır. Bu bağlamda, borun temiz enerji teknolojilerinde kullanımı konusunda yapılan araştırmalar da hız kazanmıştır. Dünya bor rezervleri açısından %73'lük payla lider konumda olan Türkiye, 2023 yılında yaklaşık 5,7 milyon ton (2,8 milyon ton B₂O₃) civarında gerçekleşen dünya fiili bor üretiminin %48'ini gerçekleştirmiştir. Günümüzde birçok sektör ve teknolojinin girdisi olan bor temiz enerji sektöründe; hidrojen depolama, güneş panelleri, lityum iyon piller, kalıcı mıknatıs ve süperiletken teknolojileri gibi alanlarda kullanılmakta olup enerji tasarrufu, enerji taşıma/depolama ve temiz enerji üretimine katkı sağlamaktadır.

Sabit ve taşınabilir uygulamalar için hidrojenin etkin ve güvenilir bir şekilde depolanabilmesi önemlidir. Hidrojen gaz veya sıvı olarak saf halde tanklarda depolanabileceği gibi, fiziksel olarak nanotüplerde veya kimyasal olarak hidrür şeklinde depolanabilmektedir. Sodyum bor hidrür (NaBH₄) ve amonyak boran (NH₃BH₃) gibi borlu kimyasal hidrojen depolama bileşikleri, diğer kimyasal hidrojen depolama malzemelerine kıyasla kütlece ve hacimce oldukça yüksek bir hidrojen içeriğine sahiptir. Sodyum borhidrürün yapısındaki hidrojenin elde edilmesi için, su ile katalitik hidroliz tepkimesinin gerçekleştirilmesi gerekmektedir. Su ile hidrolizi sonucu suyun içerdiği hidrojeni de açığa çıkarır ve elde edilen toplam hidrojen miktarı, ağırlıkça yaklaşık %21'e ulaşır. Bu özelliğinden dolayı yakıt hücrelerinde hidrojen depolama aracı veya doğrudan yakıt olarak kullanılabilir. Amonyak boranın kimyasal hidrojen depolama malzemesi olarak öne çıkan en önemli özelliği ise yüksek kütleli hidrojen içeriğine (190 g H₂.kg⁻¹) ve yüksek hacimsel hidrojen içeriğine (100-140 g H₂.L⁻¹) ve düşük molekül ağırlığına (30,9 g.mol⁻¹) sahip olmasıdır. Borlu enerji sistemlerinin

enerji yoğunluğu 700-900 W.sa/kg arasında değişmekte olup bataryalı sistemlere göre (60-250 W.sa/kg) 3-4 kat avantaj sağlamaktadır. Bu nedenle, özellikle İHA'larda, otomotiv uygulamalarında ve acil enerji gereksinimleri olan yerlerde alternatif olarak kullanılabilir sistemlerdir.

Borun temiz enerji teknolojilerindeki diğer kullanım alanları incelendiğinde; yüksek enerji yoğunluğuna sahip olan elementer bor (B), füze yakıtı, motor yakıt katkı maddesi, elektrik-elektronik sanayi, nükleer uygulamalarda kullanılmaktadır. Magnezyum diborür (MgB_2), çok iyi bir süperiletken malzeme olup sıfır kayıpla enerji iletimi sağlayabilmektedir. MgB_2 ; elektrik enerjisi şebekeleri, elektrik motorları, manyetik fırlatma, hızlı trenler gibi çok önemli uygulamalarda kullanılmaktadır. Çekim kuvvetinin yüksekliği ile bilinen neodimyum-ferro-bor (Nd-Fe-B) esaslı kalıcı mıknatıslar ise manyetik uygulamalarda, manyetik araçların, filtrelerin ve iyonizerlerin yapımında, rüzgâr türbinlerinin üretiminde kullanılmaktadır. Yarıiletken maddelerden bor katkısı ile üretilen güneş panelleri ise yaygın yenilenebilir enerji üretim kaynaklarıdır. Elektrikli araçlar, cep telefonları, taşınabilir bilgisayarlar gibi teknolojilerde enerji depolayıcı olarak kullanılan lityum iyon pillerinde bor kullanımı konusunda çalışmalar da hızla devam etmekte olup, bor katkısı ile pilin yanma ve patlama özelliklerinin azaltılması, kimyasal ve elektrokimyasal dayanıklılığın artırılması gibi özelliklerin sağlanması ile birlikte yüksek iyon iletkenliğine sahip pil üretimi konusu araştırılmaktadır.

Türkiye'nin bor rezervlerinin temiz enerji teknolojileri alanında bilgi ve teknolojiye dayalı katma değeri yüksek ürünlere dönüştürülmesi ile yalnızca bir doğal kaynak değil, aynı zamanda temiz enerji teknolojilerinin gelişimine katkı sağlayan önemli bir stratejik kaynak olduğu değerlendirilmektedir.

Anahtar Kelimeler: Bor, Enerji, Temiz Enerji Teknolojileri, Hidrojen.

TÜRKİYE’NİN BÜYÜK GES VE RES POTANSİYELİNİ DEĞERLENDİRMEK İÇİN POLİTİKA DEĞİŞİKLİĞİ ZORUNLUDUR

GES VE RES YATIRIMLARI ELEKTRİK ÜRETEN ÖZEL ŞİRKETLERE KAMU KAYNAKLARINI AKTARILMASINI DEĞİL, YURTTAŞ, TOPLUM VE ÜLKE YARARINI ÖNCELEMELİDİR

BİLDİRİ SAHIPLERİ

1.ŞAYENDE YILMAZ, Makina Mühendisi, Anadolu Üniversitesi 1983, TMMOB MMO Enerji Çalışma Grubu Başkanı

2.OĞUZ TÜRKYILMAZ, Endüstri Mühendisi, ODTÜ 1973, TMMOB ve MMO Enerji, TMMOB Nükleer Santralleri İzleme Çalışma Grupları, TMMOB Enerji Sempozyumu ve Sanayi Kongresi Yürütme Kurulları Üyesi

3.ORHAN AYTAÇ, Makina Mühendisi ODTÜ 1979, TMMOB ve MMO Enerji Çalışma Grupları Üyesi

Türkiye enerji sektörünün dışa bağımlı , ithal fosil yakıt ağırlıklı, sorunlu bir yapısı var. 2023’te 158.422 bin TEP olan ülkemiz birincil enerji arzında ithal fosil yakıtlar başat durumdadır. Arz kaynakları içinde, her biri büyük ölçüde ithal edilen fosil yakıtların payı %83 civarında iken, yenilenebilir kaynakların payı ise yaklaşık %17’dir.. Enerji arzı içinde yerli kaynakların payı %31, ithal kaynakların payı %69’dur. . Arz kaynakları içinde, her biri büyük ölçüde ithal edilen fosil kaynaklar olan petrol (%30,2), doğal gaz (%26,2) ve kömür (%25,3) ilk üç sıradadır.

Sayın Cumhurbaşkanı’nı Kasım 2024’de, İstanbul’da AA Enerji Forumu’nda yaptığı konuşmada, her yıl, ortalama 45 milyon ton ham petrol ve petrol ürünleri, 50 milyar m3 doğal gaz, 4 milyon ton LPG ve 40 milyon ton taş kömürü ithal edildiğini, ve bu ithalat için milyarlarca dolar ödendiğini bildirmişti. Enerji girdileri ithalatı 2022’ de 96,6 milyar dolarla rekor kırmıştı. 2023’de bu tutar 69,15 milyar dolar,2024 yılında ise ekonomide soğutma uygulamaları sonucu 65,6 milyar dolar olmuştur.

Dışa bağımlılığın azaltılması ve iklim değişikliğinin olumsuz etkilerinin sınırlanabilmesi için elektrik enerjisi üretiminde öncelik ve ağırlığın, fosil yakıtlara değil, yeni ve yenilenebilir enerji kaynaklarına verilmesi gerekmektedir.

1-Mevcut kurulu güç de RES’lerin ve GES’lerin payı 32.166 MW.

Türkiye kurulu gücü bir önceki yıla göre %4 artış ile 2024 yıl sonunda 115.353 MW olmuştur. Yenilenebilir enerji kaynaklarının payı %59,1dir. Kurulu güç içinde Rüzgar santrallerinin payı %11,2 (12.576 MW), Güneş Santrallerinin payı %17,5 (19.590 MW) dır. RES+GES kurulu güç toplamı: 32.166 MW.

İlk bakışta yüksek gibi görünen bu rakamlar, aslında değerlendirilmeyi bekleyen devasa güneş ve rüzgara dayalı elektrik üretim potansiyelinin küçük bir kısmıdır. 2011’de kapatılan bir Cumhuriyet kurumu olan EİEİ, yıllar önce RES kapasitesini 48.000MW olarak tahmin etmişti. Daha sonra yeni gelişmiş yöntemlerle, RES kurulu gücünün 100.000MW’ı aşabileceği öne sürülmüştü.

Öte yandan 7 Kasım 2023’de, ETK Bakanı tarafından REPA’nın güncellendiğini ve yeni REPA’ya göre karasal potansiyelin mevcut teknoloji ve şartlarda 100.000 MW olduğu belirtilmiştir. Ancak yeni rüzgar atlası her nedense bir türlü yayınlanmamıştır.

RES potansiyelinin yükselmesi resmin olumlu yüzüdür. Bu potansiyelin yalnız %12,6’sının değerlendirilmiş olması da yirmi üç yıldır iktidarda olan siyasi yapının fosil yakıt sevici, RES ve GES karşıtı tutumunu göstermektedir.

Düşük hızlarda esen rüzgârla da elektrik üretebilen türbinlerin gelişimi de dikkate alınarak, yapılacak yeni bilimsel çalışmalarla, Türkiye’nin, güncel karasal ve deniz üstü rüzgâra dayalı elektrik üretim potansiyeli belirlenmeli ve bir plan dahilinde değerlendirilmelidir.

Uluslararası kuruluşların raporlarında 70.000—75.000 MW olarak tahmin edilen yıllık 5000-5500 çalışma saati ile yüksek kapasite faktörlerine ulaşma olanağı veren deniz üstü RES’ler de ise, daha yola bile çıkılmamıştır.

ETKB’nin hazırlamış olduğu GEPA’ya göre güneş enerjisi potansiyeli 380.000-400.000 GWh/yıl’dır (Yaklaşık 250.00 MW kurulu güç). 2024’de güneşe dayalı elektrik üretimi 25.895 GWh olmuştur. Yani, bu yüksek potansiyelin, sadece yüzde 6,5’i değerlendirmiştir.

2-ETK 2035 “Ulusal Enerji Planı” RES+GES kurulu güç hedefi:82.500 MW.

ETKB’nin 2035’e kadarki dönemi kapsayan “Ulusal Enerji Planı”na göre 2035 kurulu güç hedefleri RES’ler için (karasal+deniz üstü) 29 600 MW, GES’ler için 52 900 MW olarak tanımlanmış. Bu hedefler, GES’lerde 2024 yılsonunda 19 590 MW olan kurulu gücün %170 oranında, RES’lerde 12 576 MW olan gücün de %135 oranında artması anlamına geliyor.

3- 2035 “Yenilenebilir Eylem Planı” RES+GES kurulu güç hedefi:120.000 MW.

Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanı’nın, Kasım 2024’de açıkladığı Yenilenebilir Enerji Eylem Planında hedef; bugün mevcut 32.166 MW kapasiteli RES ve GES kurulu gücünün on bir yıl içinde, yaklaşık dört katı artırılarak 2035’ de 120.000 MW’ a çıkarılmasıdır. Bu rakam, güncel Ulusal Enerji Plan’ın RES ve GES’ler için 82 500 MW olan kurulu güç hedefini %45,5 arttırmakta ve 2035 için 40.000 MW RES, 80.000MW GES kurgulamaktadır. Bu yeni hedeflere ulaşmak için yılda 2.500 MW RES, 5.500 GES olmak üzere 8.000 MW yeni kurulu güç devreye almak gerekir. Eş zamanlı olarak trafolar ve iletim şebekesinde de, yeni kapasiteler tesis etmek gerekir. ETKB’nin bu boyutta bir yatırım için herhangi bir hazırlığı ve planlaması olmadığı gibi, bu hedefler henüz Bakanlık resmî belgelerinde dahi yer almamıştır. Buna rağmen Bakanlığın resmi planını değil, Bakan Bayraktar’ın açıklamalarını referans alan enerji yönetimi, bu çok iddialı hedeflere ulaşmak için yatırımcılara kâr ve satış garantili YEKA’ ların tahsis edileceğini bildirmektedir.

ETKB, on bir yıl boyunca yılda 8.000 MW, kapasitede yeni RES ve GES kurulması için 80 milyar dolar yatırıma ihtiyaç olduğu, bu ölçekte yatırımın finansmanı için yabancı sermayenin gelmesine ihtiyaç olduğu ve bu yatırımları cazip kılmak gerekçesi ile, çok iddialı ,eşi benzeri az görülür nitelikte yatırımcı lehine düzenlemeler yapılmıştır. Yatırımcılara talep ettikleri kâr ve kazanç garantisi verilmiş, taban fiyat uygulamasıyla da yatırımcıların zarar etmesi önlenmiş, yatırım izin süreçlerinin basitleştirilmesi ve azami 24 ay olacak şekilde kısaltılması ve kolaylaştırılmasını sağlayacak adımlar atılmıştır. Daha da vahim olan husus, yabancı yatırımcılara tanınan tahkim hakkıdır. Kâr garantili YEKA 2024 İhalelerine, ilgi büyük olmuştur.

Toplum yararını dikkate almayan, kamusal planlamayı, denetimi ve kamusal üretimi reddeden ve işlevsizleştiren, kamu kaynaklarını özel şirketlere aktarmaya ve belirli sermaye gruplarının çıkarlarını azamileştirmeye yönelik enerji politika ve uygulamaları ile özel şirketlere, sadece elektrik enerjisi üretimi alanında, 2024 yılında 22,12 milyar ABD Doları eşdeğeri destek sağlanmıştır. Yenilenebilir enerjiyi destekleme iddiasıyla, özel şirketlere kamu kaynaklarından ve ödedikleri faturalar ile yurttaşların cebinden milyarlar aktarılmasına ek olarak, insan yaşamını ve doğayı tahrip eden uygulamalara da bırakın ses çıkarılmasını, her türlü kamusal destek de, sağlanmaktadır.

SONUÇ VE ÖNERİLER

Enerji politika ve uygulamaları; çağdaş toplumlarda tüm yurttaşların ve toplumun ortak gereksinimleri olan eğitim, sağlık, ulaşım, adalet, iletişim, kültürel ve sportif hizmetlerinin, güvenli çalışma ve yaşam koşulları, beslenme, uygun barınma ihtiyaçlarının ve tüm bu hizmet ve faaliyetlerin ihtiyaçlarını karşılayacak düzeyde toplam ekonomik faaliyetlerin gereksineceği miktar ve nitelikte enerjinin; toplum çıkarlarını gözeterek kamusal planlama kapsamında, kamu hizmeti olarak, doğal ve toplumsal çevreye olumsuz etkileri asgari düzeyde tutularak ve azami ölçüde yenilenebilir kaynaklara dayalı, etkin ve verimli olarak teminini, iletimini ve dağıtımını amaçlamalıdır.

Enerjinin tüm tüketim alanlarında daha verimli kullanılmasını sağlayacak politika ve uygulamalar yürürlüğe konulmalı, demokratik bir planlama anlayışı ve uygulamasıyla toplumun gerçek ihtiyaçlarının karşılanması temel olmalıdır. Kapitalizmin gereksiz tüketim, sürekli yeniden üretim sarmalının tetiklediği, genel olarak tüm enerji kaynaklarının, özel olarak işlevsel olmayan elektrik tüketiminin körüklenmesi anlayışından uzak durulmalıdır.

Yeni elektrik enerjisi ihtiyaçlarının karşılanmasında, karbonsuzlaşma hedefi doğrultusunda; enerji üretim tesislerinin esas olarak rüzgâr, güneş vb. yenilenebilir enerji kaynaklarına dayalı biçimde kurulması temel olmalı, rüzgâr ve güneş enerjisinden daha çok yararlanılmalıdır. Ancak yenilenebilir kaynaklı santrallara yönelik YEKDEM sona ermelidir.

Türkiye'nin, güncel karasal ve deniz üstü rüzgara dayalı elektrik üretim potansiyeli belirlenmelidir. Deniz üstü RES'lerle ilgili bir yol haritası, strateji belgesi ve eylem planları, ilgili tüm kesimlerin katılımıyla hazırlanmalıdır. Ayrıca ülkemizin denizleri altında ve üstündeki tüm haklarının tescili sağlanmalıdır.

Bugün yalnız %6,5'i değerlendirilen güneşe dayalı elektrik üretim potansiyelinin değerlendirilmesi için, güneş enerjisi karşıtı yaklaşım devre dışı bırakılmalı, konan engeller kaldırılmalı ve bu sonsuz kaynaktan en yüksek düzeyde yararlanılmalıdır. Kamu kuruluşlarının, yerel yönetimlerin, sanayi tesislerinin, organize sanayi bölgeleri vb. kuruluşların elektrik ihtiyaçlarının belirli bir bölümünü GES'lerden karşılaması kural olmalı, GES yatırımları desteklenmelidir.

Verimli tarımsal arazilere enerji tesisi kurulması ve halkın geçim kaynağı olan tarım alanlarına, meralara, akarsulara, göllere, denizlere ve ekosisteme zarar verilmesi mutlaka önlenmelidir. Atanmış ve seçilmiş yöneticilerin görevi, santral yatırımcısı sermaye gruplarının çıkarlarını kollamak değil, her ne pahasına olursa olsun o bölgede yaşayan insanların, toplumun, çevrenin, doğanın ve ülkenin çıkarlarını korumak olmalıdır.

DOĞAL KAYNAKLAR SEMPOZYUMU

DOĞAL KAYNAKLAR SEMPOZYUMU'2025 BİLDİRİLER KİTABI

tmmob
TÜRK MÜHENDİS VE MİMAR ODALARI BİRLİĞİ

