

**2004 TÜRKiYE İKTİSAT KONGRESİ  
BİLİM VE TEKNOLOJİ POLİTİKALARI  
ÇALIŞMA GRUBU RAPORU**

**EK II**

**25 Aralık 2003**

**TÜRKİYE BİLİMLER AKADEMİSİ**  
**TEMEL BİLİMLER ARAŞTIRMA ÖNGÖRÜ PROJESİ**  
**ANKET DEĞERLENDİRME ÖZETLERİ**  
**Aralık 2003**

**TÜBA Temel Bilimler Öngörü Projesi Anket Formuna Cevap Verenler:**

1. Prof. Dr. Doğan Bor (Fizik)
2. Prof. Dr. Dursun Koçer
3. Prof. Dr. Zeki Aslan (Fizik)
4. Prof. Dr. Oğuz Okay (Fiziksel Kimya)
5. Prof. Dr. Ersan Akyıldız (Matematik)
6. Prof. Dr. Tekin Babaç (Biyoloji)
7. Prof. Dr. İvet Bahar (Biyoloji)
8. Prof. Dr. Ahmet Beyarslan (Biyoloji)
9. Doç. Dr. Ceyhun Bulutay (Fizik)
10. Doç. Dr. Rıfat Çapan (Fizik)
11. Prof. Dr. Battal Çıplak (Biyoloji)
12. Prof. Dr. Ali Alpar (TÜBA Üyesi) (Fizik)
13. Doç. Dr. Arif Dastan (GEBİP Bursiyeri) (Kimya)
14. Prof. Dr. Ayhan S. Demir (Kimya)
15. Prof. Dr. Metin Demiralp (TÜBA Üyesi) (Kimya)
16. Prof. Dr. Ali Demirsoy (Biyoloji)
17. Prof. Dr. Tekin Dereli (TÜBA Üyesi)
18. Prof. Dr. Dinçer Ülkü (TÜBA Üyesi)
19. Doç. Dr. Mahmut Doğru (Nükleer Fizik)
20. Prof. Dr. Yalçın Eleman (Fizik)
21. Prof. Dr. Şakir Erkoç (Fizik)
22. Prof. Dr. Hasan Erten (Kimya)
23. Prof. Dr. Mahmut Hortaçsu (Fizik)
24. Prof. Dr. Sıddık İçli (Kimya)
25. Doç. Dr. Erhan İltan (GEBİP Bursiyeri) (Fizik)
26. Prof. Dr. Mesude İşcan (Biyokimya)
27. Prof. Dr. İsmail Girgin (Yer Bilimleri)
28. Prof. Dr. Dürdane Kolankaya (Biyoloji)
29. Prof. Dr. Tufan Koray (Su Ürünleri)
30. Prof. Dr. Hasan Mandal (Malzeme Bilimleri)
31. Prof. Dr. Mehmet Doğan (Kimya)
32. Prof. Dr. Namık Yalçın (Yer Bilimleri)
33. Prof. Dr. Nazmi Özer (Biyokimya)
34. Prof. Dr. Hüseyin Avni Öktem (Biyoloji)
35. Prof. Dr. Olgun Güven (TÜBA Üyesi)
36. Doç. Dr. Tayfun Özçelik (Biyoloji)
37. Prof. Dr. Saim Özkar (Kimya)
38. Prof. Dr. Mehmet Öztürk (TÜBA Üyesi)
39. Doç. Dr. Pınar Çalık (Kimya)
40. Doç. Dr. Necmettin Piriñçiođlu (Kimya)
41. Doç. Dr. Rennan Pekünlü (Astronomi ve Uzay Bilimleri)
42. Prof. Dr. Ramazan Sever (Fizik)

43. Prof. Dr. Selçuk Atalay (Fizik)
44. Prof. Dr. Serdar Evren (Astronomi ve Uzay Bil.)
45. Prof. Dr. H. Mete Soner (Matematik)
46. Prof. Dr. Fazilet Vardar Sukan (Biyoteknoloji)
47. Doç. Dr. Uğur Tırmaklı (Fizik)
48. Prof. Dr. Yurdanur Tulunay (Uçak ve Uzay Bilimleri)
49. Doç. Dr. Sezai Türkel (Biyoloji)
50. Prof. Dr. Ali Ülger (TÜBA Üyesi)
51. Prof. Dr. Ayhan Ulubelen (TÜBA Üyesi)
52. Doç. Dr. Öner Yıldırhan (Fizik)
53. Prof. Dr. Cemal Yalabık (Fizik)
54. Prof. Dr. Süleyman Tuğrul (Yer Bilimleri)
55. Doç. Dr. Emin Demirbağ (Yer Bilimleri)
56. Prof. Dr. Ferit Bingel (Deniz Bilimleri)
57. Doç. Dr. Ahmet Erkan Kıdeys (Deniz Bilimleri)
58. Prof. Dr. Nizamettin Kazancı (Yer Bilimleri)
59. Doç. Dr. Osman Parlak (Yer Bilimleri)
60. Doç. Dr. Oya Okay (Deniz Bilimleri)
61. Prof. Dr. Pekcan Önder (TÜBA Üyesi)
62. Prof. Dr. Metin Gürses (TÜBA Üyesi)
63. Prof. Dr. Ayşe Erzan (TÜBA Üyesi)
64. Prof. Dr. Levent Toppare (TÜBA Üyesi)
65. Prof. Dr. Hilmi Demiray (TÜBA Üyesi)
66. Prof. Dr. Bilal Tanatar (TÜBA Üyesi)
67. Prof. Dr. Marak Akhmet (Matematik)
68. Prof. Dr. Fevzi Daldal (Biyoloji)
69. Doç. Dr. Alaattin Şen (Biyokimya)
70. Doç. Dr. Pemra Doruker (Kimya)
71. Doç. Dr. Yaşar Murat Elçin (Biyoloji-tıp)
72. Prof. Dr. Ersin Yurtsever (TÜBA Üyesi)
73. Doç. Dr. Levent Demirel (Kimya)
74. Doç. Dr. Ömer Dağ
75. Doç. Dr. Berahitdin Albayrak (Astronomi ve Uzay Bil.)
76. Doç. Dr. O. Teoman Turgut (Fizik)
77. Prof. Dr. Nüzhet Dalfes (Yer Bilimleri)
78. Yrd. Doç. Dr. Yaşar Yılmaz (Fizik)
79. Doç. Dr. M. Zafer Gedik (Fizik)
80. Doç. Dr. Mustafa Demirci (Matematik)
81. Prof. Dr. İ. Hakkı Duru (TÜBA Üyesi)
82. Prof. Dr. Özer Bekaroğlu (TÜBA Üyesi)
83. Prof. Dr. Türkan Haliloğlu (Kimya)
84. Doç. Dr. Ersan Demiralp (Fizik)
85. Prof. Dr. Mehmet Sakınç (Biyoloji)
86. Prof. Dr. Temel Oğuz (Biyoloji)
87. Prof. Dr. Cafer İbanoğlu (Astronomi ve Uzay Bilimleri)
88. Prof. Dr. Şefik Süzer (TÜBA Üyesi)
89. Prof. Dr. Mustafa Aktar (Yer Bilimleri)
90. Prof. Dr. O. Özcan Dora (Yer Bilimleri)
91. Prof. Dr. Adil Denizli (Kimya)
92. Prof. Dr. Emel Arınç (TÜBA Üyesi)
93. Prof. Dr. Aslıhan Tolun (TÜBA Konsey Üyesi)
94. Prof. Dr. Turgut Önder (Matematik)
95. Prof. Dr. Demir Altınel (Yer Bilimleri)
96. Prof. Dr. Ali İhsan Karayığit (Yer Bilimleri)

## Astronomi ve Uzay Bilimleri Alanı:

Astronomi ve Uzay Bilimlerindeki gelişmeler (i) gözlemsel alanda dedektör teknolojisindeki gelişmelere, teleskop boyutuna ve uydu teknolojisine (ii) kuramsal alanda ise parçacık fiziği, gen mühendisliği, atmosfer kimyası gibi temel bilim alanlarındaki gelişmelere bağlı kalmaktadır.

Bu bağlamda önümüzdeki yıllarda evrenin daha iyi anlaşılması için Yer ve Güneş etrafındaki yörüngelere, Ay'a, Mars'a kuyruklu yıldızlara, asteroitlere ve dev gezegenlere yeni teknoloji dedektörleriyle donatılmış küçük yapılı mini uzay araçları gönderilmesi planlanmaktadır. Yeni dedektörlerle konum ve parlaklık ölçümlerinde duyarlılığın yüzlerce kat iyileştirilmesi planlanmaktadır. Yer yüzünden teleskoplarla yapılan gözlemlerde ise gök cisimlerinden daha fazla ışınım toplamak amacıyla teleskop boyutları artırılırken Yer atmosferindeki türbülans etkileri modellenerek ve 'interferometre' tekniği uygulanarak gözlem duyarlılığı büyük ölçüde iyileştirilmektedir. Yer yüzündeki teleskopların önemi, ulaşım ve kullanım kolaylıkları nedeniyle azalmadan devam edecektir. Gelecek on yıl içinde yürütülmesi beklenen önemli gözlemsel ve kuramsal çalışmalar şöyle özetlenebilir:

- Yer yüzünde biyolojik evrim ile güneş etkinliği arasındaki ilişkiyi anlamak amacıyla yürütülen Güneş etkinliğini izleme çalışmaları.
- Yer yüzünde iklim değişimlerini izleme çalışmaları. Bu değişimlerle Güneş etkinliği ve yer yüzünde insan etkinlikleri arasında ilişkilerin bulunması beklenmektedir.
- Atmosfer kimyası araştırmaları. Bu araştırmalarla yer atmosferi içinde ozon zayıflamasını da açıklayan farklı kimyasal süreçlerin ve bu süreçlerin yeryüzündeki canlılara etkisinin anlaşılması amaçlanmaktadır.
- Asteroit (göktaşı) izleme projeleri. Bu projelerle özellikle yere çarpma olasılığı olan asteroitler izlenmekte. Göktaşı çarpışmalarıyla ilgili konularda araştırmalar yapılmaktadır.
- Uluslar arası Uzay İstasyonu'nda yürütülecek deneylerle insanlığın uzayda yaşam tecrübesinin artırılması ve yeni teknoloji ürünlerinin geliştirilmesi. Bu bilgiler Ay ve Mars'ta kurulması planlanan yaşam merkezlerinde kullanılacak ve canlıların oralarda da yaşayabilmesi için uygun ortamlar oluşturulacaktır.
- Kuyruklu yıldızları daha yakından inceleme çalışmaları. Kuyruklu yıldızlara robot uzay araçlarıyla ulaşım oralarından parça getirmeyi de amaçlayan bu çalışmalarla Güneş Sistemi'nin ve yaşamın orijini hakkındaki bilgilerin test edilmesi düşünülmektedir.
- Yer benzeri gezegenlerin keşfi. Geçen 10 yıl içinde güneş sistemi dışında keşfedilen 100 kadar Jupiter benzeri gezegenden sonra geliştirilen gözlem teknikleriyle diğer yıldızların etrafında var olduğu düşünülen daha küçük yer benzeri gezegenlerin keşfi planlanmaktadır. Bu çalışmalarla Güneş

Sistemi oluşumu daha iyi anlaşılmiş olacak ve yer dışı yaşam konularındaki bilgiler (astrobiyoloji) daha bilimsel temellere oturacaktır. Türkiye de gözlemlerinde yürütülen değişen yıldız gözlemlerinde uygulanan teknikler ve bilgi birikimi Türk astronomlarının bu alana uluslararası katkıda bulunmaları için yeterlidir. Ancak kullanılan teleskopların ışık toplama gücü küçük olduğu için bir kısıtlama bulunmaktadır. Bu kısıtlamaya karşın Türk astrofizikçileri gözlem duyarlılığını arttırarak bu alanda araştırmalar yapmayı planlamaktadır.

- Yıldızlar astrofizikinde gelecek yıllarda yürütülecek gözlemsel ve kuramsal çalışmalar yıldız oluşumu, çoklu yıldız sistemlerinin dinamiği, yıldız atmosferlerinde plazma- manyetik alan etkileşimleri, yıldız rüzgarları, süpernova ve nova olayları, pulsarlar, nötron yıldızları ve karadelikler üzerine yoğunlaşacaktır. Türk astronomlarının bu alanda da uluslararası bilime katkıları olabilecektir.
- Evrende daha büyük ölçekli cisimler ve olaylar örneğin galaksilerin oluşumu ve evrimi, galaksiler içindeki yıldız kümelerinin dinamiği, küme ve galaksi merkezlerinde karadeliklerin çevreyle etkileşimi, bu bölgelerde olası antimadde oluşumu quasarlar ve radyo galaksilerin özellikleri daha duyarlı gözlemlerle araştırılmaya devam edecektir.
- Evren maddeleri daha duyarlı gözlemlerle test edilecek, evrende karanlık (ne olduğu bilinmeyen) madde ve enerjinin kaynağı araştırılmaya devam edilecektir. Bu bağlamda evrenin sonuyla ilgili tahminler daha bir netlik kazanacaktır.

Tüm bu öngörülerin dışında gelecek on yıl içinde evrenin en gizemli olayı sayılan;

a) gama ışın patlamalarının kaynağı bulunabilir(bu alanda da Türk astrofizikçilerinin katkısı bulunmaktadır),

b) SETI projesi olumlu sonuçlanabilir, yani evrenin bir köşesinde Dünya dışı akıllı yaşam ile iletişim kurulabilir,

c) yeni bir teknolojiyle yıldızlararası uzay yolculuğu başlatılabilir,

d) dev gezegenlerin atmosferlerinde ve/veya uydularının yüzeyinde yaşamın izleri bulunabilir, veya

e) beklenmedik bir anda Dünya'ya büyük bir göktaşı veya kuyruklu yıldız çarpabilir ve insanlık büyük zarar görebilir.

## **Biyoloji Alanı:**

Türkiye ölçeğinde çok kısıtlı sayıda alınmış olan anket sonuçlarına göre, Türkiye'nin ilk 1-5 ve 6-10 yılları arasında önem vermesi gereken "**biyoloji ile ilgili araştırma konuları**" aşağıdaki gibi özetlenmiştir

### **1-5 Yılları arasında desteklenmesi önerilen konular:**

#### **I. Biyolojik veri tabanı, biyoenformasyon**

1. Türkiye fauna ve florasının saptanması, saptananların veri tabanı haline dönüştürülerek geniş kitlelerin kullanımına açılması.
2. Ekonomik türlerin genomlarının, proteomlarının aydınlatılması ve DNA dizilerinin kataloglarının hazırlanması.
3. Elde edilen bilgilerin ekonomik değerlendirmeye dönüştürülmesi için gerekli girişimlerin yapılması.

#### **II. Biyoteknolojik çalışmalar**

1. Proteinlerin DNA dizilimleri ile başta kanser olmak üzere çeşitli hastalıklarla ilişkilerinin incelenmesi, protein ve DNA bazlı hastalık teşhisleri.
2. Protein-DNA ile ilişkili olarak bazı hastalıklara karşı ilaç geliştirilmesi.
3. Genomiks ve Proteomiks yöntemleri ile yapılacak çalışmalar:
  - a) Protein yapılarının aydınlatılması
  - b) Serbest radikal, yaşlanma ve antioksidanların ilişkilerinin anlaşılması
4. Kök hücresi çalışmaları:
  - a) Embriyonik sinir hücresi geliştirilmesi
  - b) Doku üretimi (mühendisliği)

#### **III. Transgenik canlı geliştirilmesi ve ıslah çalışmaları**

1. Transgenik bitki ve hayvan geliştirme çalışmalarının yapılması;
2. Hastalıklara dayanıklı ekonomik türlerin geliştirilmesi;
3. İlaç ve aşı teknolojisinde transgenik türlerden yararlanılması;
4. Ekstrem koşullu ortamlara uygun türlerin geliştirilmesi.

#### **IV. Biyoçeşitliliğin (ve bu bağlamda çevrenin) korunması**

1. Özellikle tatlısu ve deniz canlılarının kataloglanması;
2. Toksikolojik çalışmaların yapılarak "kirleticilerin veri tabanı"nın hazırlanması;
3. Türkiye ölçeğinde havza planlamasının yapılması. Türkiye'nin değişik bölgelerinin ekolojik toleransına göre yatırımların yönlendirilmesi;
4. Hassas ekosistemlerin (kıyı, bazı körfez ve tatlısu ortamları) izlenmeye alınması. Ölçüm ve izleme (monitoring) yöntemlerinin geliştirilmesi;
5. Özel ortamların (yüksek dağ, mağara vs.) biyoçeşitliliğinin saptanması ve korunmaya alınması;
6. Küresel ısınmanın izlenmesi ve ülkemizdeki canlı türleri üzerine olan etkilerinin incelenmesi.

#### **6-10. yıllarda öngörülen çalışmalar:**

Yukarıdaki çalışmaların geliştirilmesi ve yaygınlaştırılmasının yanısıra, önerilen birkaç çalışma alanı ilişikte sunulmuştur.

#### **I. Biyolojik veri tabanı**

1. Dünya biyolojik veri tabanı ile integrasyon için çalışmalar yapılması;
2. Türlerin korunması amacıyla yaygın ve etkin bir bilincin oluşturulması, gerekli yasal düzenlemelerin yapılması;
3. Çevre polisinin kurulması ve gen hırsızlığını önleyici tedbirlerin alınması.

#### **II. Gelişim biyolojisi**

1. Kök hücresi teknolojisinin geliştirilmesi;
2. Hücresel denetleme mekanizmaları çalışmalarının desteklenmesi;
3. Klonlama çalışmalarının yaygınlaştırılması;
4. Kanseri tedavisinde yeni yaklaşımların (onkogenlerin ayıklanması, gen terapisi vs) desteklenmesi.

#### **III. Sinir biyolojisi**

1. Sinir sistemi ile ilgili hastalıklar konusunda çalışmaların yapılması;
2. Öğrenme ve hafıza oluşumunun mekanizması üzerine çalışmaların yapılması.

#### **IV. Çevre sorunları**

1. Tüm Türkiye'de yatırım ve yerleşim için havza planlamasının yapılması;
2. Genetik kirlenmenin önlenmesi için çalışmaların yapılması:

- a) Yabancı tür istilasının izlenmesi,
  - b) Doğal türlerin (özellikle ırkların) korunmaya alınması ve genetik kirlenmeden uzak tutulması;
3. Çevre kirlenmesinin önlenmesi konusunda uluslararası kurallara uyumlu ciddi ve katı ulusal kuralların getirilmesi ve izleme yöntemlerinin geliştirilmesi;
  4. Türkiye sathında çevre izleme kurumlarının oluşturulması.

#### **V. Endüstriyel biyokimyanın (biyoteknolojinin) geliştirilmesi**

1. İlaç, enzim, hormon üretimi;
2. Moleküler düzeyde hastalık teşhislerin yaygınlaştırılması.

#### **ÖNEMLİ NOT:**

Her ne kadar aşağıdaki hususlar bizden talep edilmemiş ise de, bugüne kadar edindiğimiz deneyim ve yukarıda sıraya koymaya çalıştığımız az sayıdaki ankete dayanan bilgilere göre, şu hususların öncelikle ele alınmasının uygun olacağı kanaatindeyiz.

1. Bir veri bankası kurulmalıdır. Bu banka, canlı envanterine paralel olarak, DNA bankası özelliklerini de taşımalıdır. Bu bankada doğal olarak öncelikle tarımda ve sanayide kullanılan, endemik ve soyu tehlikede olan canlı türleri kataloglanmalıdır. Bankanın, uluslararası veri bankaları ile ortak yapıya sahip olmasına özen gösterilmelidir.

2. Çevre-dostu teknolojilerin yatırımcıları yüreklendirilmeli ve desteklenmelidir.

3. Yukarıda değinilen birçok araştırma alanının etkili çalışabilmesi, çağdaş bilgiye zamanında ulaşılabilmesi ve en azından sorumlu bir merci olabilmesi açısından, çalışanları üniversitelere ve diğer kurumlara dağılmış olsa dahi, yasası ya da yönetmenliği olan bir merkez altında toplanmasının uygun olacağı görüşünü paylaşmaktayız.

#### **Fizik Alanı:**

##### **1-5 yıl için öngörülen gelişmeler:**

1- İlk beş yıldaki gelişmelerle ilgili önemli bir bölümü Nanoteknoloji, nanobilim, yeni ve ileri teknoloji malzemelerinin incelenme üzerinde yoğunlaşmaktadır. Bu öneriler aşağıda özetlenmektedir :

Silikon tabanlı opto elektronik yongalar, ileri teknolojik yarı iletken çoklu alaşımlar, nano boyutta sensörler, gaz sensörleri, biyo sensörler, magnetik sensörler, çok hızlı spin valfları, nano biyoteknoloji, yakıt hücreleri, ferromagnetik üstün iletkenler, devasa direnç gösteren yeni malzemelerin üretimi ve



incelenmesi, magnetik soğutmanın geliştirilmesi, nano aygıt ve makinelerin uygulamaya alınması, kuantum haberleşme tekniklerinin geliştirilmesi.

**2-** Yapılan önerilerin bir kısmı yaşam bilimleri üzerinedir :

Biyo moleküllerin geliştirilmesi, proteinlerin ve çok büyük moleküllerin incelenmesi, ilaç tasarımı, yaşlanma ve bağışıklık sistemi gibi süreçleri kontrolü hedefleyen gen bilimi araştırmaları, biyopolimerlerin geliştirilmesi, jel-floresans tekniğinin geliştirilmesi.

**3-** Kuramsal katıhal fiziğindeki beklenen gelişmeler :

Model-sistemlerin daha iyi anlaşılmasına yönelik çalışmalar, karmaşık ve denge dışı sistemlerin termostatistik özelliklerini araştıran çalışmalar, süperakışkanlık, eşfazlılık çalışmaları, rasgele ve ölçekten bağımsız ağ yapılarının incelenmesi.

**4-** Yüksek enerji fiziğindeki gelişmeler :

Kuantum alan teorilerinin geliştirilmesi, kuantum bilgi-işlem süreçlerinin pratiğe geçirilmesi, yük-frekanslı yaklaşık periyodik salınımların incelenmesi, nötron yıldızı–durum denkleminin anlaşılması, gravitasyon dalgalarının gözlenmesi, süpersimetrik ve yeni parçacıkların CERN ve FERMİLAB’ da gözlenmesi.

**5-** Radyasyon fiziği ile ilgili öneriler :

Depremleri nükleer tekniklere dayalı olarak, önceden haber alınmasını sağlayan tekniklerin geliştirilmesi, radyasyondan korunma tekniklerinin geliştirilmesi, teşhis radyolojisinde gelişmiş sayısal sistemlerin kullanımı.

## **6-10. Yıl için öngörülen gelişmeler:**

**1-** Nanoteknoloji ve nanobilimle ilgili öneriler:

Atom lazerlerinin uygulamaya alınması, biyomoleküler elektronikte gelişmeler, kızılötesi sıcaklık sensörleri, nano aygıtların uygulamaya konulması, kuantum haberleşme sistemleri, kuantum optiğinde gelişmeler, nano boyutlu moleküllerin geliştirilmesi, biyomoleküllerin uygulamada kullanılması ve geliştirilmesi nanorobotların geliştirilmesi, nano biyoteknoloji ve nano elektronikte gelişmeler.

SRTD (Spin Rezonant Tunneling Device) ve SFET (Spin Field Effect Transistor)’lerin geliştirilmesi, organik iletkenlerle, organik üstün iletkenlerin geliştirilmesi, ultra kısa proseslerin geliştirilmesi, yeni tip güneş pillerinin geliştirilmesi, jel sensörlerin geliştirilmesi.

**2-** Yaşam bilimleri konusundaki öngörüler :

Beyin işlevlerinin fiziksel temelini araştırılması, nanocerrahi, biyolojik sistemlerin modellenmesi.

**3-** Kuramsal katıhal fiziğinde beklenen gelişmeler :

Çok boyutlu sistemlerin incelenmesi için, yeni yöntemlerin geliştirilmesi, daha karmaşık sistemlerde benzetişim çalışmalarının gerçekleştirilmesi, protein katlanması, çok daha fazla gizlilik gerektiren haberleşme çalışmaları, kuantum sistemlerindeki yeni olguların gözlemlenmesi, kompleks sıvılar ve koloidal sistemlerde temel etkileşmelerin anlaşılması.

#### 4- Yüksek enerji fiziğindeki gelişmeler :

Süpersimetrinin tam olarak anlaşılması, q-bitlerin yapılabilmesi, yer dışında yaşam arama çalışmaları, birleştirilmiş alan kuramlarının geliştirilmesi, standart model ötesi modellerin doğruluğunun kanıtlanması, LHC ile birlikte standart modelin açıklayamadığı soruların çözümü, büyük birleşme teorilerinin kurulması, gauge-teorisinin büyük N sınırında geliştirilmesi, magnetorlar-geç pulsarlar probleminin anlaşılması, kütle çekimi dalgalarının doğrudan gözlenmesi.

5- Bilgisayarlı tomografi ve radyo terapi yöntemlerinin geliştirilmesi, bir çok hastalığın en erken düzeyde teşhis edilmesi, nükleer kirliliği önleme çalışmalarının geliştirilmesi.

## **Kimya Alanı:**

### **1-5 Yıl için öngörülen gelişmeler:**

- Yüksek seçicilikte, atık üretmeyen, yeni tür kimyasal ve biyoprosesler geliştirilmesi,
- Yeni katalizörler, katalitik prosesler ve uygulama alanlarının geliştirilmesi.
- Nanoteknoloji uygulamaları; nano yapı malzemelerin hazırlanışı ve uygulama alanlarının geliştirilmesi
- İletken polimerlerin kullanım alanlarının geliştirilmesi
- Akıllı malzemeler ve uygulamaları.
- Yeni enerji kaynakları
- Genel sağlık sorunlarına çözümler için yeni ilaç ve aşı geliştirme

### **6-10 Yıl için öngörülen gelişmeler:**

- Nanoteknolojinin, bütün alt dalları ile birlikte bilimsel gelişmesine paralel olarak uygulama alanının genişlemesi; bugün kullanılan teknolojilerin yerini alarak günlük yaşamımızda çok daha fazla uygulama alanı bulması.
- Katalizörler ile ilgili gelişmeler; kendini kopyalayan, dizayn edilebilir, üretim süreçlerinde seçicilik ve verimlilik sağlayan kimyasal ve biyo katalizörlerin geliştirilmesi.
- Yeni polimer malzemeler
- İletken polimerler ile ilgili gelişmeler.
- Çevre kirletmeyen kimyasal teknolojiler

## Matematik Alanı:

Oldukça kısıtlı sayıda anket sonucu temel alındığında Matematik alanında önümüzdeki on yıl içinde öngörülen gelişmeler şöyle özetlenebilir:

### 1-5 Yıl içerisinde öngörülen gelişmeler:

- Doğrusal olmayan sürekli optimizasyon yöntemlerinin sayısal analizde giderek önem kazanması, mühendislik ve temel bilimlerdeki büyük çaptaki optimizasyon problemlerine uygulanması
- Bilimsel görüntülemeye matematiğin daha yoğun uygulanması, örneğin cebirsel geometrinin bilimsel görüntülemeye uygulanması
- Matematiksel modellerin ekonomi ve finansa uygulamaları, örneğin faiz oranlarının zamana göre değişiminin modellenmesi
- İnternet ağlarındaki trafik ile ilgili olarak halen varolan ve gereksinimlere cevap vermeyen modellemelerin yeniden yapılandırılması
- Doğrusal olmayan denklemlerin analitik çözümlerinin bulunması
- Diferansiyel denklemler ile ilgili gelişmelerin matematiksel biyoloji, finans matematiği ve tıpta gelişmelere yol açması. Örneğin, fonksiyonel -diferansiyel denklemler, ya da parçalı sabit gecikme denklemlerinde gelişmeler olması, populasyon modelleri, genetik modelleri, yumuşak doku modelleri, finans marketleri ile ilgili modeller geliştirilmesi
- Entegre edilebilen sistemler içine yeni denklemlerin eklenmesi, simetriden çözüme ulaşabilecek yeni tekniklerin gelişmesi, kısmi diferansiyel denklemlerin geometrik yapıları ve bunların çözüme etkileri konusunda gelişmeler olması
- Özellikle 3 ve 4 boyutlu manifoldların topolojisine ilişkin olarak fizik kökenli kuramların daha topolojik bir tabana oturtulması ile yeni kuram ve değişmezlerin bulunması, Poincaré Sanısının ispatının kesinleşmesiyle manifoldların inşa ve sınıflandırılmasıyla ilgili önemli adımların atılması
- Diferansiyel Geometri, düşük boyutlu topoloji, simplektik geometri, cebirsel geometri ve fiziğin karşılıklı etkileşimleri sonucu kuantum kohomolojisi, ayna simetrisi, sicim kuramları ilgili önemli gelişmelerin olması

### 6- 10 Yıl için öngörülen gelişmeler:

- Veri analizi ile ilgili gelişmeler. Deney ve görüntülemelerden elde edilen verilerin sayısal ve istatistiksel yöntemlerle anlamlı hale getirilmesi
- Sayısal hesaplamanın biyoloji ve madde bilimlerine uygulanması

- Kuantum bilgisayarlarının gelişimi ve kuantum hesaplama ile ilgili araştırmalarla bilgi işlem hızının ciddi bir şekilde artmasını sağlayacak tekniklerde gelişmelerin olması
- Bin yılın problemleri olarak adlandırılan problemlerden, Navier-Stokes adlı denklemin çözümünün varlığı probleminin daha iyi anlaşılması ile pek çok pratik uygulamanın gündeme gelmesi
- Doğrusal olmayan denklemlerin nümerik çözümünde önemli gelişmelerin olması
- Yapay yumuşak dokularla ilgili modellemeler ve bu dokuların yapımında önemli gelişmeler olması
- Süreksiz dinamik sistemler kuramında önemli gelişmelerin olması ve bunların fizik, biyoloji ve tıpta geniş uygulamalar bulması
- Diferansiyel denklemlerle ilgili olarak ilk beş yıl için öngörülen gelişme ve uygulamaların etkilerinin bu beş yılda da devam etmesi, örneğin fonksiyonel diferansiyel denklemler kuramının biyoloji, matematiksel finans ve ekonomide daha da kapsamlı uygulamalar bulması
- 3 ve 4 boyutlu manifoldların topolojisi ile ilgili olarak ilk beş yılda öngörülen gelişmelerin bir beş yıla daha yayılması, ortaya çıkan yeni kuram ve değişmezlerin önemli uygulamalarının yapılması
- Diferansiyel geometri - simplektik geometri-düşük boyutlu topoloji-cebirsal geometri-fizik etkileşiminin bir beş yıl daha olanca hızı ile, hatta kuvvetlenerek devam etmesi, bulunacak yeni tekniklerin geldiği yere bağlı olarak başka dallarla etkileşimlerin de gündeme gelmesi
- “Bin yılın problemleri” olarak adlandırılan ve şu ana kadar sözü edilen Navier-Stokes denklemleri ve Poincaré Sanısı dışında kalan diğer beş problem üzerindeki giderek yoğunlaşmış çalışmalar tam bir çözüme kavuşmasa bile bu problemlerin daha yakından anlaşılmasının ve üzerinde çalışılmasının önemli sonuçlarının görülmesi, örneğin bu problemlerden Riemann varsayımına ilişkin olarak asal sayıların dağılımı ile ilgili kayda değer gelişmelerin olması

## Yer Bilimleri Alanı:

TÜBA Temel Bilimler Öngörü Çalışmasıyla ilgili öngörü anketini dokuz yer bilimci araştırmacı cevaplamıştır. Bu araştırmacılar önümüzdeki 1-5 ve 6-10 yıl için öngördükleri gelişmeleri genelde açık bir şekilde dile getirmişlerse de, öngörülen gelişmelerin tanımlarındaki ayrıntılar çok genelden oldukça özele kadar değişen bir spektruma yayılmıştır. Bunlarla ilgili anahtar kelimelerin sayıları da farklılıklar sunmaktadır. Bu değerlendirme raporunun hazırlanması sürecinde önerilmiş olan konular ayrıntılardaki küçük farklılıklara rağmen belirli konu başlıkları altında

gruplandırılmaya çalışılmıştır. Böylece her bir zaman dilimi için öncelikli konular dört başlık altında sunulabilecek hale gelmiştir. Ayrıntılardaki küçük farklılıklar da her başlık altındaki açıklamaların sonuna eklenen anahtar kelimeler listesiyle yansıtılmaya çalışılmıştır. Raporun sunulmasında anketteki zaman dilimlerine sadık kalınmıştır.

### **1-5 Yıl için öngörülen gelişmeler:**

Bu zaman dilimi için önerilen konular dört başlık altında gruplandırılmıştır. Dokuz araştırmacı tarafından önerilmiş olan toplam 18 konunun bu dört başlığa dağılımı 5-5-5-3 şeklindedir ve sunumları da bu sıraya göre yapılacaktır.

- 1- Yer Sistemindeki Global Değişimler:** Yer Sistemine (litosfer-hidrosfer-biyosfer-atmosfer) ilişkin global boyutlardaki değişimlerin gerek güncel ve gerekse paleo-dönemler için ortaya konmasına yönelik çalışmalar. Bu bağlamda, global iklim ve ekosistem değişimlerinin araştırılması; çevre jeolojisi; biyojeokimyasal süreçler; deniz ve kıyı alanlarındaki değişimler ve hatta medikal jeoloji alanındaki çalışmalar ilk akla gelenlerdir.

***İlgili anahtar kelimeler:** karbon ve azot döngüsü, iklim, deniz ekosistemi, tatlı su ekosistemi, biyo-jeoloji, paleoekoloji, taşkınlar, kıyıların korunması, küresel ısınma, salgın hastalıklar, yeraltısuyu kirliliği, hava kirliliği.*

- 2- Uzaktan Algılama (Yeni Nesil Gözlem ve Veri Toplama):** Yer Bilimleri alanındaki bir çok çalışma ve özellikle yukarıda değinilen konular yer sistemine ait çok sayıda verinin sistematik olarak derlenmesine ve uzun süreli gözlemlere gereksinim göstermektedir. Bu verilerin çoğu sürekli ölçmeyi de gerekli kılmaktadır. Bu nedenle, geniş alanlar için hızlı, ucuz ve güvenilir gözlem/veri toplama sistemlerine gereksinim bulunmaktadır. Uzaktan Algılama olarak genelleştirilebilecek ve çoğunlukla uydu destekli bu sistemler uzun yıllardan beri yer bilimlerinin pek çok alanında kullanılmaktadır. Bu tür sistemlerin kullanılması giderek artacaktır. Bu nedenle, bir yanda bu tür verilerin yer bilimsel amaçlı olarak kullanılması ilişkin uygulama çalışmaları giderek artacak ve diğer yanda bu tür verilerin yer bilimi araştırmalarında kullanılmaları için yeni metodolojik çalışmalar ağırlık kazanacaktır. Uydu destekli gözlem, veri toplama ve ölçme ağırları, uydu destekli haritalama ve arama (petrol-gaz-yeraltı suyu-maden-endüstriyel hammaddeler) çalışmaları ve yer sisteminin dönemsel değişimlerinin izlenmesi bu bağlamda ilk akla gelen konulardır.

***İlgili anahtar kelimeler:** oto-kontrollü ölçüm cihazları, entegre projeler, veri toplama, multi-beam batimetri, uygulamalı sismik yöntemler, uzaktan algılama, yer sisteminin gözlenmesi, endüstriyel mineral aramaları, metamorfik kuşakların haritalanması*

- 3- Modelleme (nümerik simülasyon):** Yer sistemini şekillendiren süreçlerin giderek daha iyi anlaşılması ve bunun yanısıra bu süreçlerin dinamiklerine ilişkin bilgi birikiminin hızla artması, son derece hızlı gelişen bilgisayar teknolojisinin olanaklarıyla birleştiğinde, gerek münferit süreçlerin (örg. fay zonlarında dalga yayılımı veya çökellerdeki organik

madde diyajenezi) ve gerekse yer sistemindeki global değişimlerin (örg. iklim değişimleri) modellenmesi mümkün olacaktır. Yer Bilimciler modellerin geliştirilmesi aşamasında, gerek süreç modellemeleri için gerekli temel bilgi birikiminin sağlanması ve gerekse verilerin üretilmesi yönünde çalışmalara ağırlık vereceklerdir. Bunun yanısıra modelleme algoritmalarının oluşturulması çalışmalarında yer alacaklardır. Geliştirilmiş yazılımların uyarlanması ve sonuçlarının değerlendirilmesi de yer bilimciler için yeni bir araştırma alanı oluşturacaktır.

**İlgili anahtar kelimeler:** süreç araştırması, nümerik simülasyon, deprem, yüksek başarılı hesap, yer sistemi modelleri, faylarda atım değişimi, kırılma hızı, hapsolmuş elastik dalgalar, sığ havzalarda dalga yayılımı.

- 4- Yeni Malzemeler:** Bu bağlamda hem yeni malzeme üretiminde kullanılacak doğal kaynakların aranması ve işletilmeleri aşamalarındaki yer bilimleri çalışmaları, hem de doğal maddelerin yeni malzeme üretiminde kullanılabilmelerini olanaklı kılacak çalışmalardaki yer bilimcilerin katkısı dile getirilmiştir. Bunun yanısıra stratejik doğal maddelerin yapay olarak üretilmeleri için yeni yöntemlerin geliştirilmesinde yer bilimcilerin katkısı gerekli olacaktır. Kil mineralleri, zeolit, bor, toryum gibi maddeler ilk akla gelenlerdir.

**İlgili anahtar kelimeler:** kil mineralleri, zeolit, kil aktivasyonu, zeolit aktivasyonu, yapay zeolitler, silikatlar, alüminyum silikatlar, kalsiyum silikatlar, bor mineralleri, toryum, hammadde araştırmaları.

#### **6-10 Yıl için öngörülen gelişmeler:**

Bu zaman dilimi için önerilen konular da dört başlık altında gruplandırılmıştır. Dokuz araştırmacı tarafından önerilmiş olan toplam 23 konunun bu dört başlığa dağılımı 10-6-4-3 şeklindedir ve sunumları da bu sıraya göre yapılacaktır. Önerilmiş konu sayısının 18 den çok olmasının nedeni bazı araştırmacıların bir madde altında birden çok ve birbirlerinden farklı konu önermiş olmalarıdır.

- 1- Doğal Değişimler ve Afetlerin Kestirilmesi:** Doğal değişimler ve afetlerin öngörülmesi bağlamında bu değişimlerle ilgili süreçlerin ve bunların meydana geldiği ortamların araştırılması sonucunda, bunların kestirilebilir (predictable) olacak olması. Bu çerçevede süreçlerin ve bunların ortak etkisiyle şekillendirilen yer sistemlerinin modellenmesi önemli bir yere sahip olacaktır. Deprem ve iklim değişimlerine yönelik araştırmalar ön planda yer alacaklardır.

**İlgili anahtar kelimeler:** doğal afetler, doğal devreler, kestirim, önceden tahmin, sismoloji, aktif fay, iklim tahminleri, iklim, ekosistem, atmosfer kimyası, simülasyon, anizotrop ortamda dalga yayılımı, kabuk deformasyonu, deprem dinamik modelleme, küresel sismoloji, küresel tomografi, manto konveksiyonu.

- 2- Yeni Teknolojiler Yardımıyla Doğal Malzeme ve Kaynaklardan Yararlanma:** Gerek yeni malzemelerin üretimi ve gerekse enerji kaynağı olarak yeraltı kaynaklarından yararlanmaya yönelik çalışmaların önemi

artacaktır. Bunda gelişen teknolojiye bağlı olarak yeni ürün işleme ve üretim tekniklerinin rolü büyük olacaktır.

**İlgili anahtar kelimeler:** doğal enerji kaynakları, bor uç ürünleri, bor hidrürler, organo-bor bileşikleri, susuz ortam çözücüleri, karışık-sulu ortam çözücüleri, protein kristalleri, yapay mineraller, katyon değişimi, yeni malzemeler, yapay kayalar.

- 3- Çevre Koruma ve Su Kaynakları:** Dünya çapında giderek artan su ihtiyacı ve giderek artan kirlilik nedeniyle mevcut su kaynaklarının kullanılamaz hale gelişi, su kaynaklarının etkin kullanımı (su kaynakları yönetimi) ve korunmasına yönelik çalışmaların önem kazanmasına neden olacaktır. Bu bağlamda akarsu, göl ve denizlerin ekosistemlerinin araştırılması ve korunması da ön plana çıkacaktır.

**İlgili anahtar kelimeler:** deniz ve tatlı su ekosistemleri, deniz kirliliği, tatlı su kaynakları yönetimi, kirlilik izleme, sulak alanlar, limnoloji, tatlı su, çevrenin korunması.

- 4- Yeni Ölçme ve İzleme Teknikleri:** Yer sistemine ilişkin ölçme ve izleme yöntemlerinin giderek daha hızlanması, kolaylaşması ve basitleşmesi sonucunda küresel ölçekli uygulamalar, erken uyarı sistemleri ve üç boyutlu değerlendirmeler yaygınlaşacaktır.

**İlgili anahtar kelimeler:** yeni ölçüm teknikleri, üç boyutlu çalışma, sürekli gözlem.

1-5 ile 6-10 yıllık dönemlerdeki öncelikli alanlar konu başlıkları bazında değerlendirildiğinde, 1-5 yıllık dönemdeki 2. konu olan Uzaktan Algılama ile 6-10 yıllık dönemdeki 4. konu olan Yeni Ölçme ve İzleme Tekniklerinin çok benzer olduğu görülmektedir. Kanımızca bu konu diğer konulara paralel olarak yer bilimleri çalışmalarına sürekli eşlik edecek bir konudur. Bu nedenle de her iki dönemde de yer bulması şaşırtıcı olmamıştır. Yeni Malzemeler ve Doğal Kaynaklar konuları da birlikte değerlendirilebilecek başlıklardır. Ayrı dönemlerde yer almaları kişisel değerlendirmelerdeki farklılıklardan kaynaklanmaktadır. Tüm öngörülerde kişisel bilimsel ilgi alanlarının belirleyici olduğu da açık bir şekilde görülmektedir.

1-5 ile 6-10 yıllık dönemlerdeki öncelikli alanlar topluca değerlendirildiğinde aşağıdaki hususlar dikkati çekmektedir:

- Yer Bilimleri konusundaki çalışmalar gelecekte giderek artan oranlarda global ölçekte ele alınacaktır. Bu, yer bilimlerinde yer sistemi kavramının giderek kabul görmesi ve yer küreyi şekillendiren süreçlerde global değişimlerin etkisinin bilincine varılmış olmasıyla ilişkilidir.
- Global ölçekli çalışmalar için gerekli gözlem, ölçme ve izleme yeni tekniklerden ve uydulardan yararlanmayı zorunlu kılmaktadır. Bu nedenle uydu destekli yeni yöntemlerin geliştirilmesi ve bunların kullanılması kaçınılmaz olacaktır.

- Yerküresel süreçlerle ilgili giderek artan bilgi birikimi ve bilgisayar teknolojisindeki çok hızlı değişimler çok karmaşık süreçlerin bile modellenmesini (simülasyonunu) mümkün kılacaktır. Bu da, doğal afetler de dahil olmak üzere birçok değişimin kestirilebilir (önceden tahmin edilebilir) hale gelmesini sağlayacaktır.
- Yer Bilimleri, doğal kaynaklardan etkin ve sürdürülebilir bir şekilde yararlanmada önemli bir rol oynayacaktır. Özellikle yeni malzemelerin üretimi, su kaynaklarının korunması ve etkin kullanımı ve genel anlamda doğal çevrenin korunması kapsamındaki çalışmalar ön plana çıkacaktır.