

# RNA Dünyası ve Alternatif Hayat Senaryoları

Kerimi E. GÖKAY, M.D., Ph.D.

© 2010 Gökay – Biyotek Ltd. Şti. / Medikal Yayın Grubu

## Önsöz:

Günümüzde yeryüzünde yaşanan hayatı modern moleküler biyoloji ve hücre biyolojisi teknikleri kullanarak incelediğimizde canlı türlerinde en yaygın olarak **Merkezi Dogma** (*Central dogma*) olarak adlandırdığımız hayat senaryosu ile karşılaşırız. Kaba bir özetle, merkezi dogma senaryosunda canlılar kalıtım yoluyla projeniye (arkakuşağa) çift-sarmal anti-paralel **DNA** (*Deoksiribo Nükleik Asit*) dizinleri olarak kodlanmış genetik materyali aktarmakta, bu DNA dizini içerisindeki çeşit, çeşit genler ise tek sıra **RNA** (*Ribo Nükleik Asit*) moleküllerinin sentezi için taslak (şablon = *template*) oluşturmakta, bu yolla sentezlenen ve ayıklanan üçer nükleotid uzunluğunda kodonlar dizini oluşturacak şekilde aktif gen mesajları ise (*mRNA*) Ribozomlar aracılığı ile (DNA sentezi dahil olmak üzere) yaşamsal fonksiyonları yerine getiren ve organizmanın (kas, bağ doku ve iskelet gibi) temel yapıtaşlarını teşkil eden **protein** moleküllerinin pirimer (birincil) dizinini dikte etmektedir. Çok basite indirgenmiş şekliyle **merkezi dogmaya bağımlı insan ve benzeri canlılarda gözlemediğimiz hayat senaryosu** şu sıralama ile özetlenebilir:

**DNA (duplikasyon, transkripsiyon) → RNA (translasyon) → Protein (fonksiyon)**

Bugüne kadar defalarca kanıtlandığı ve sayısız canlı organizmada gözlemlendiği şekli ile bu merkezi dogma (*DNA → RNA → Protein*) bilimsel bir gerçekliktir. Ancak hayat ve canlılar yalnızca bu şekilde mi var olabilir? Merkezi dogmaya aykırı veya buna alternatif hayat süren canlılar da olabilir mi? Böyle atipik (merkezi dogma dışında hayat süren) canlılar yeryüzünde var mı? Yeryüzünde hayatın başlangıcından beri hep merkezi dogma var mıydı, yoksa bugün temel kural olan bu hayat senaryosu aslında bambaşka bir hayat senaryosundan evrimleşerek sonradan doğmuş bir türev senaryo olabilir mi? Eğer hayatın temel taşı ve evrim sürecinin hafıza kaydı olarak nükleik asitler (DNA ve RNA) bu fonksiyonu yüklenmeseydi, aynı fonksiyonu yerine getirebilecek başka alternatif moleküller de olabilir miydi? İşte bu eserde bu sorulara kısa cevaplar arayacak ve 21. yüzyılda (*genetik çağında*) hücre biyolojisinin ve evrim olgusunun derinliklerine ineceğiz.

2009 yılında Gökay-BIOTECH Medikal Yayın Grubu'nca yayınlanan "Yaradılış Gerçeği ve Homeobox Genleri (HOX cluster); Tanrı mı insanı yoksa insan mı tanrıyı yarattı?" başlıklı eserde HOX genleri örnek verilerek anlatıldığı üzere, yeryüzünde biyolojik hayatın **Son Ortak Hücresel Ata (SOHA)**'dan beri süreklilik gösterdiği ve bu ortak atadan yola çıkarak EVRİM yolu ile yeryüzünde bugün yaşayan farklı türlerde canlı çeşitliliğine ulaşıldığı moleküler-genetik kanıtları ile ortaya konulmuştur<sup>1</sup>. Bu eserde ise **SOHA**'nın öncesine, yani hücresel evrim sürecinin de öncesine, zamanda yaklaşık **4 Milyar yıl** geriye gidecek ve ilk hayat olgusunun nasıl başlamış olabileceğine bakacağız. Bir başka deyişle, 2009 tarihli eserde **SOHA** ve evrim yoluyla bu canlıdan bugün yaşayan insan dahil farklı türlerin nasıl olageldiğine bakmıştık. İşte bu eserde ise, **SOHA**'nın yani ilk canlı hücrelerin nasıl olageldiğine dair bilimsel kanıtları sunacağız.

Hayata bakış açımızı genişletmek ve ufukumuzu açmak zorundayız. Ancak bunu yaparken, yüce önderimiz **Gazi Mustafa Kemal ATATÜRK**'ün bize salık verdiği gibi, hayatta tek ışığımız ve klavuzumuz çağdaş bilimler ve fen olmalıdır. Tüm inançlar ve tüm dogmalar bilimin ışığında sorgulanmalıdır. Bu bakış açısıyla, moleküler biyologlar olarak bizlerde Merkezi Dogma'yı sorguladığımızda (DNA → RNA → Protein), aslında “*tavuk mu yumurtadan çıkar, yoksa yumurta mı tavuktan çıkar?*” benzeri bir açmazla karşılaşırız. Merkezi Dogma'nın en büyük açmazı DNA olmadan protein sentezi, protein (enzimatik aktivite) olmadan da DNA sentezi yapılamayacağı gerçeğidir. Bildiğimiz üzere canlılarda hem DNA sentezi (duplikasyon) hemde DNA üzerinden RNA sentezi (transkripsiyon) için protein yapısında (sırası ile) **DNA Polimeraz** ve **RNA Polimeraz** aktivitesi gereklidir. Ancak bize Merkezi Dogma protein sentezi için önce DNA taslağı üzerinden mRNA (**Mesajcı RNA = messenger RNA**) sentezlenmesi gerektiğini söylemektedir. Öyle ise, en başta RNA Polimeraz (bir protein) olmadan bu proteinin sentezi için gereken mRNA transkripti nasıl sentezlenebilir? Bu örnekten de anlaşılacağı üzere bugün yaşayan canlılarda gözlemlediğimiz **Merkezi Dogma hayatın idamesi yani bir canlıdan diğerine (çoğalma veya evrimleşme yoluyla) aktarılarak sürdürülmesi için gerekli ve yeterlidir ancak hayatın ilk başlangıcını yani (SOHA) Son Ortak Hücresel Ata'nın nasıl olgeldiğini açıklamak için yetersizdir**.

Bu gözlemden yola çıkarak varılması gereken sonuç şudur; Azoik dönemde hayatı başlatan makro-moleküler yapı (ilk canlı moleküller) **başka bir yapıya ihtiyaç duymaksızın kendi kendini kopyalama özelliğine sahip bir yapı olmalıdır**. Yani, **hem DNA** molekülü gibi kendine özdeş bir molekülün sentezi için şablon (template) oluşturma özelliğine sahip, hemde protein molekülü gibi bu sentezde katalizör görevi yapacak enzimatik aktiviteye sahip olmalıdır. Yeryüzünde bugüne kadar karşılaştığımız ve inceleme fırsatı bulduğumuz tüm canlılarda bu nitelikleri kısmende olsa hala üzerinde barındıran tek makromolekül **RNA (Ribo Nükleik Asit)** dir. Ayrıca, farklı türevleri ile **RNA** en yaygın hayat senaryosu olan Merkezi Dogmanın tam ortasında, gen kontrolü ve protein sentezi gibi hücrel fonksiyonların kesiştiği en kritik noktalarında rol alan hayati öneme sahip bir yapıdır. Örneğin, hücrelerde protein sentezinin yapıldığı **Ribozom**'lar canlı türleri arasında bazı farklılıklar göstermekle beraber, kütleli olarak en az %40, en çok %63 arasında değişen oranda **rRNA (Ribozomal RNA)** dizinlerinden oluşur <sup>2</sup> ki bu ribozomal RNA protein sentezinde katalitik aktivite için gereklidir. Ancak bundan da ilginç olan ise, insan (*Homo sapiens*) gibi memeli hayvanlarda toplam genetik materyalin (toplam DNA miktarının) ortalama olarak % 1,5 gibi yalnızca ÇOK AZ bir kısmının doğrudan protein dizinleri kodlayan **egzon**lardan (*exon = expressed zone*) oluşmakta olduğudur <sup>3</sup>. (Arkealar ve Eubakterilerde ise bu oran tam tersinedir, yani genetik materyalde protein **kodlamayan** RNA transkriptlerinin oranı evrim sürecinde giderek artmıştır.) Buna rağmen biliyoruzki genler arasına **intron (intron = intragenic zone)** sekanslarının büyük bir kısmı, yani aslında kodon taşımayan ve hiç bir protein molekülünü kodlamayan DNA sekansları, RNA polimerazlar tarafından okunmakta ve RNA olarak sentezlenmektedir. Başlangıçta anlamsız ve gereksiz dizinler olarak görülen bu intron sekanslarının aslında hücre biyolojisi için çok önemli fonksiyonları olduğunu bugün artık biliyoruz.

Canlılar üzerinde yaptığımız deneysel araştırmalar ve temel mantık kuralları bize Merkezi Dogmadan (SOHA'dan) evvel var olan ve hayatın ilk başlangıç noktasını temsil eden farklı bir hayat senaryosunun yani, bugünkünden çok daha farklı bir dünyanın bir zamanlar yerkürede hüküm sürdüğüne işaret etmektedir. İşte cansız maddelerden ilk hayatın oluştuğu bu dünyayı biz **RNA Dünyası** olarak adlandırıyoruz. (**RNA Dünyası** terimi ilk kez **Walter Gilbert** tarafından,

1986’da yayımlanan farklı RNA moleküllerinin katalitik (enzimatik) özelliklerini irdelediği makalesi ile gündeme gelmiştir <sup>4</sup>.)

**RNA Dünyası**, kitabımızın ana konusu, hem Merkezi Dogma’ya alternatif bir hayat senaryosu hemde yeryüzünde hayatın başlangıçta nasıl oluştuğunu bize izah eden bir modeldir. Kronolojik bir sırayla baktığımızda RNA Dünyası modelinin aslında 19. yüzyılda başlayan bilim çağının ve tam iki asır süren bilgi birikimi ve deneysel çalışmaların ürünü olduğunu görüyoruz. ([Bakınız: Tablo-1.](#)) Özetle; 1800’lü yıllara kadar “*yaratılış*” konusunda insanlık cehaletin neden olduğu karanlık çağları yaşamıştır. Sözel (yazılı kitabı olmayan) dinlerin doğacı yaklaşımı **yoktan varoluş** (abiyojenez) inancı ve antik Mısır medeniyeti yolu ile Ortadoğu kökenli yazılı dinlere (Musevilik, Hıristiyanlık ve İslam) aktarılan Memfis Teolojisi ([Memphite Theology](#)) ilede **tanrı eliyle yaratılış** inancı insan topluluklarında yaygın görüş halini almıştır. **1864 yılında Louis Pasteur** sıvılar kaynatıldıktan sonra mikroorganizmalar ile temasları kesildiği sürece bu ortamlarda canlı üremesi olmadığını (sterilizasyon) göstermiş ve böylece yoktan varoluş (abiyojenez) tezini yıkmıştır. **1924 yılında Alexander Ivanovich Oparin** jeolojik bulgulara dayanarak çok erken dönemlerde dünyanın atmosferinin bugünkünden çok farkı olduğunu, bu ilk atmosferde yüksek oranda Hidrojen, Amonyak, Metan, Karbondiyoksit, Azot ve Su buharı bulunduğunu ancak hemen, hemen hiç yok denecek kadar serbest Oksijen bulunmadığını, böyle bir ortamda basit hayat formlarının atmosfer şartlarıyla kendiliğinden oluşacak organik moleküllerden kaynak almış olabileceğini ileri sürmüştür. **1929 yılında J.B.S. Haldane** Oparin’in tarif ettiği ilkel atmosferde hayatın oluşması için yüksek oranda serbest enerji gerektiğini önermiş ve bu dönemde henüz soğumakta olan yer kabuğunun yüksek ısı ve atmosferde ozon tabakası bulunmaması nedeniyle güneşten gelen yüksek oranda morötesi (ultra-viyole = *UV*) radyasyonun organik tepkimeleri mümkün kıldığını önermiştir. Oparin ve Haldane’nin öngörülleri **1953 yılında Stanley Miller** tarafından ilkel atmosfer koşullarında amino asitler gibi organik bileşiklerin oluşumu deneysel olarak gösterilerek kanıtlanmış ve aynı yıl (**1953**) **James D. Watson ve Francis Crick** genetik kalıtım materyali olarak DNA (Deoksiribo Nükleik Asit)’in temel yapısını tarif eden bilimsel makaleyi yayımlamışlardır. (*Watson ve Crick DNA molekülünün yapısına dair çalışmaları nedeniyle 1962 yılında Nobel ödülü kazanmışlardır.*)

Yirminci yüzyılın ikinci yarısında ilerlemeler giderek ivme kazanmış, **1961 yılında Marshall Nirenberg** ve arkadaşları beş yıl süren çalışmaları sonunda tamamen Urasil bazından oluşan (UUU) bir **mRNA (mesajcı RNA)** molekülünün canlılarda Fenilalanin amino asidini (*Phe*) kodladığını göstermişlerdir, bu çözümlenen ilk **kodon** aynı zamanda RNA ile protein arasında var olan ilişkinin ilk kanıtıdır. Bundan çok kısa bir süre sonra, **1968 yılında Francis Crick ve Leslie Orgel** biyolojik süreçte bilgi taşıyan ilk moleküler dizinin aslında DNA değil RNA olduğu görüşünde birleşmişlerdir <sup>5,6</sup>. O zamanlar henüz **RNA Dünyası** olarak adlandırılmasada, 1968 yılı ilk kez RNA bazlı farklı bir hayat senaryosu ile canlılığın başladığı önermesinin gündeme geldiği tarihtir. **1972 yılında Harry Noller** mRNA dizinlerinden protein sentezi işlevi (translasyon) için ribozomal RNA (rRNA)’nın kritik rol üstendiğini önermiştir. Takip eden yıllarda farklı RNA moleküllerinin biyolojik fonksiyonları birer, birer ortaya çıkarılmış, **1986 yılında Thomas Cech** kendi kendini kesip bağlayan (self-splicing), yani kendi başına enzimatik aktivite sergileyen, **katalitik RNA** moleküllerinin varlığını göstermiş <sup>7</sup>, yine aynı yıl **Walter Gilbert** hayatın ilk başlangıcında RNA moleküllerinin temel katalitik fonksiyon gören <sup>8</sup> ve aynı zamanda da genetik bilgi aktarımını sağlayan makromolekül olduğu görüşünü öne süren **RNA Dünyası**’nı tarif etmiştir. (*Thomas Cech ve Sidney Altman katalitik RNA moleküllerine dair çalışmaları nedeniyle 1989 yılında*

*Nobel ödülü kazanmışlardır.) **Katalitik RNA molekülleri** ve RNA moleküllerinin deneysel ortamlarda evrimleşmesine dair çalışmalar çeşitlenerek devam etmiş <sup>9,10</sup> ve ilk kez **1994 yılında Jack Szostak'ın laboratuvar grubundan Charles Wilson** tasarlanmış RNA moleküllerinin (Ribozim = RNAzyme) <sup>10</sup> hücre içerisinde normalde protein moleküllerinin üstlendiği bazı enzimatik aktiviteleri benzer etkinlikte ve tek başına yürütebildiğini göstermiştir. Belkide RNA molekülleri ile yakın gelecekte bazı hastalıkların tedavisi olasılığı da dahil olmak üzere, bugün bu ve benzeri çalışmalar daha on yıl öncesine kadar hayal bile edemeyeceğimiz noktalara gelmiştir. (Ribozimlerle dair daha fazla bilgi ve kaynakça için bu eserin ilgili bölümlerine bakınız.)*

<b>Yıl</b>	<b>Olay</b>	<b>Bilim İnsanı</b>
1800'lü yıllara kadar	Karanlık Çağ: Yoktan varoluş ve tanrı eliyle yaratılış inancı.	YOK
<b>1864</b>	Sterilizasyon ve <i>Pastörizasyon</i> 'un bulunması.	Louis Pasteur
<b>1924</b>	<i>İlkel Atmosferin tanımlanması</i> ve Azoik dönemdeki dünyanın jeolojik tarifi.	Alexander Ivanovich Oparin
<b>1929</b>	İlkel Atmosferde <i>organik tepkime</i> koşullarının tarifi.	J.B.S. Haldane
<b>1953</b>	<i>Miller deneyi</i> : İlkel atmosferde biyosentezin deneysel olarak kanıtlanması.	Stanley Miller
<b>1953</b>	<i>DNA (Deoksiribo Nükleik Asit)</i> moleküler yapısının tarifi. (Alfa heliks)	James D. Watson Francis Crick
<b>1961</b>	Genetik (mRNA) <i>Kodon</i> şifresinin çözümlenmesi.	Marshall Nirenberg
<b>1968</b>	<i>RNA (Ribo Nükleik Asit)</i> biyopoimerlerinin hayatın oluşumunda ilk <u>bilgi taşıyan makromolekül</u> olduğunun tarifi.	Francis Crick Leslie Orgel
<b>1972</b>	Protein sentezinde <i>rRNA (Ribozomal RNA)</i> 'nın katalitik fonksiyon gördüğünün tanımlanması.	Harry Noller
<b>1986</b>	İlk <i>katalitik RNA</i> molekülünün bulunması.	Thomas Cech
<b>1986</b>	İlk kez canlı hücre dışında ( <i>in vitro</i> ) DNA ve RNA sentezi. <i>PCR (Polymerase Chain Reaction)</i>	Kary Mullis
<b>1989</b>	İlk kez PCR metoduyla <i>RNA moleküllerinin (in vitro) evrimleşme sürecinin</i> gösterilmesi.	Gerald Joyce
<b>1989</b>	İlk <b>kendi kendini kopyalayan (self-replicating) RNA</b> molekülünün tanımlanması.	Jack Szostak
<b>1993</b>	Deneysel olarak kendiliğinden <i>RNA evrimleşme sürecinin</i> koşullarının tanımlanması.	Gerald Joyce
<b>1994</b>	Deneysel olarak ( <i>in vitro</i> ) oluşturulmuş ilk <i>sentetik Ribozim</i> (katalitik RNA) molekülünün tanımlanması.	Charles Wilson

**Tablo-1:** RNA Dünyası modelinin doğuş süreci ve bilimsel kanıtları.

RNA dünyası ve alternatif (merkezi dogma dışı) bir hayat senaryosunun varlığını kanıtlayan en önemli bulgu şüphesizki katalitik RNA moleküllerinin varlığının ispatlanmış olması hatta bu Ribozimleri bugün deneysel olarak tasarlayıp kullanabilecek bilgi düzeyine erişmiş olmamızdır. Daha geniş bakıldığında ise rRNA (Ribozomal RNA) protein sentezinde rol alan katalitik bir RNA-protein kompleksinin olmazsa olmaz bir parçası olarak RNA dünyasının günümüz canlılarında hala varlığını sürdüren bir evrimsel kalıntısı olarak değerlendirilebilir. Ancak modern canlılarda RNA dünyası'nın kalıntıları Ribozomlar ile sınırlı değildir. Lineer kromozomlara sahip (insan gibi) canlılarda DNA duplikasyonunda kromozom uçlarının sentezi (uzatılması) rolünü üstenen **Telomeraz-RNP** ünitesi (**RNP = Ribo Nuclear Protein**) komplekse entegre bir RNA dizinini taslak (template) olarak kullanarak kromozomal DNA sentezleyen bir revers-transkriptaz (TERT = TElomerase Reverse Transcriptase) dir <sup>11</sup>.

Telomeraz örneğinde olduğu gibi moleküler biyoloji bilminin en önemli buluşlarından biri RNA moleküllerini taslak olarak kullanarak çift sarmal DNA sentezleyen revers-transkriptaz (**RT = Reverse Transcriptase**) enzimlerinin bulunmasıdır. Doğal olarak özellikle (HIV-1 benzeri lentivirüsler gibi) bazı **RNA virüslerinde** bulunan **RT** aktivitesi bu virüslerin hayat döngüsü için kritik öneme sahip olmanın yanısıra bu virüslerin neden olduğu hastalıkların tedavisi için de bu **RT** aktivitesini bloke eden kimyasallar bunlara karşı elimizde bulunan en güçlü tedavi ajanlarının başında gelmektedir. Unutulmamalıdır ki, **RNA virüslerinde** Merkezi Dogma'ya başkaldırıcısına yalnızca bazı gen ürünleri için transkripsiyon mekanizmasının tersine işliyor olmasının yanısıra, bu canlılarda genetik bilgiyi barındıran ve projeniye aktaran asıl makromoleküler yapı, Merkezi Dogma'nın aksine DNA değil RNA dır. Bu gerçek belkide (DNA merkezli olmayan) alternatif hayat senaryoları ve RNA Dünyası'nın varlığını kanıtlayan en güçlü ve güncel delildir.

RNA Dünyasından ve RNA/Ribozim bazlı bir hayattan bugün yaygın olan Merkezi Dogma senaryosuna (*bir başka deyişle RNA Dünyasından Protein Dünyasına*) geçişin izleri evrimsel olarak ilkel canlılar ile daha ileri olanlar (**örneğin: prokaryotlarla ökaryotlar**) kıyaslandığında açık ve net olarak gözlenebilmektedir. Buna güzel bir örnek prekürsör RNA dizininden olgun **tRNA (transfer RNA)** molekülünün sentezi sürecinde yer alan **ribonükleaz P (RNase P)** enzimidir. Bu enzim hem prokaryotlar hemde ökaryotlarda mevcuttur ve her iki organizmada da enzim (ribozomlar gibi) RNA ve Protein içeren hibrid bir makromoleküldür. Ancak prokaryotlarda enzimatik aktivite ağırlıklı olarak RNA molekülündedir ve in vitro analizlerde prokaryot **RNaz P (ribonükleaz P)** RNA sekansı tek başına (hiç bir protein yapı içermeden) aktif olarak prekürsör tRNA dizinlerini olgun forma çevirirken ökaryot **RNaz P (ribonükleaz P)** RNA sekansı fonksiyon göstermek için protein içeriğe muhtaçtır <sup>12</sup>. Yani **ribonükleaz P** örneğinde gözlemlediğimiz gibi evrim sürecinde birçok enzimatik aktivite giderek daha çok protein bazlı yapılara muhtaç hale gelmiştir. Bu gözlem bize Merkezi Dogma'nın RNA Dünyasından evrimleşerek doğmuş bir türev senaryo olduğunu vurgulayan çok önemli bir bulgudur.

Eserin ilk bölümünde (**Bölüm 1: RNA Dünyasına giriş.**) ele alındığı üzere, bilimsel kanıtlar hep birlikte değerlendirildiğinde Azoik dönemden Arkeozoik döneme geçiş süreci yani yaklaşık bundan 3,5 Milyar yıl önce dünyada hayatın başlama süreci RNA Dünyası olarak adlandırdığımız döneme denk gelmektedir. **SOHA**'nın ve ilk hücreli yaşam formlarının Pre-kambriyen dönemde (yaklaşık 570 Milyon yıl önce) hayat bulduğunu düşünürsek RNA Dünyası'nın yerkürede (yaklaşık bundan 1 Milyar yıl öncesinden Pre-kambriyen döneme kadar) hemen, hemen 500 Milyon yıl boyunca sürdüğü ve bu dönemde biyolojik olmayan mekanizmalardan hem kendi

kendini kopyalayarak çoğalan, hemde biyokimyasal tepkimeleri katalize eden biyopolimerlerin hayat olgusunu doğurduğu sonucuna varırız. Bir başka bakışla, hücrenel hayata geçiş ve RNA dünyasının yerini yavaş, yavaş Merkezi Dogma'ya bıraktığı evrimsel geçiş Pre-kambriyen dönemde hayat olgusunun lipid biosentezini başarması ve böylece ilkel hücre zarlarının oluşumu süreci ile başladığını [13.14](#) görürüz. Evrim yoluyla SOHA'dan türeyen bugünküler dahil tüm hücreli canlıların zaman içerisinde giderek katalitik fonksiyonlarda RNA'dan protein'e ve genetik bilgi saklanması ve aktarımında ise RNA'ya göre daha stabil olan çift sarmal DNA'ya geçtiğini söyleyebiliriz.

Başta belirttiğimiz gibi, bu eserin amacı yeryüzünde ilk hayat olgusunun nasıl başlamış olabileceğine bir açıklama getirmektir. Eserin bir diğer amacı ise son yıllarda farklı RNA türevlerinin hücre biyolojisinde oynadığı çok önemli ve bir o kadar da ilgi çekici fonksiyonlara okuyucunun dikkatini çekmektir. Örneğin **siRNA** (küçük enterferansı RNA = *small interfering RNA*), **miRNA** (mikro RNA), **piRNA** (Piwi-etkileşimli RNA = *Piwi-interacting RNA*), **snRNA** (küçük nükleer RNA = *small nuclear RNA*), **snoRNA** (küçük nükleolar RNA = *small nucleolar RNA*), **RNaz P** (ribonükleaz P = *RNase P RNA*), **Retrotranspozon**, **Viroid**, v.b. Bu nedenle eserin son bölümü ise tamamen farkı RNA tiplerine ve bunların hücrenel fonksiyonlarına ayrılmıştır (**Bölüm 4:** Günümüzde varlığı bilinen RNA Tipleri ve bunların Biyolojik fonksiyonları.).

Unutmadan ekleyelim ki bu eser, diğer tüm yayınlarımız gibi, bilimin, aklın ve mantığın ışığında, en güncel ve çarpıcı (önemli) makaleler büyük titizlikle taranarak hazırlanmıştır. Amacımız hiçbir inaç sisteminin veya onların kutsal atfetilen kitaplarının yanlışlarını yada açıklarını sergilemek değildir. Ancak bu metinler ve inaç kalıpları da modern bilimlere, akla ve deneysel kanıtlara hiçbir suretle alternatif değildir. İnaç sistemleri ruhani ve belki ahlaki bir yol gösterici olabilir, ancak inaç ilimin ve fennin yerini hiç bir zaman dolduramaz, doldurmamalıdır.

Son yıllarda bazı basın-yayın organlarında '**Evrimsel ve Yaradılış**' sanki birbirine alternatif ve eşit seviyede bilimsel gerçeklikmişcesine ve ne yazıkki konuyu tam olarak bilmeyen, hatta en temel bilim kuramlarını kavramaktan dahi yoksun sözüm ona yazarlar, televizyoncular ve bilim insanlarınca cahilce bir tartışma materyali, rant, şov ve reyting (izlenme oranı) aracı olarak kullanılmaktadır. Eğer bu eser bu saçmalığa bir son vermede bir parçacık olsun faydalı olabilirse kendimizi mutlu sayarız. Şahsım ve bu eserin hazırlanmasında katkısı geçen Medikal yayın grubumuz adına tüm okurlara sağlıklı, mutlu, başarılı ve parlak yayınlar dilerim.

Dr. Kerimi Erden GÖKAY,  
Gökay-BIOTECH Ltd., CEO




[www.genetik.web.tr](http://www.genetik.web.tr)

## Kaynakça:

1. [Gokay KE](#) (2009). “Yaradılış Gerçeği ve Homeobox Genleri (HOX cluster); Tanrı mı insanı yoksa insan mı tanrıyı yarattı?” *Gökay – Biyotek Ltd. / Medikal Yayın Grubu* Ankara 2009.
2. [Martini OH](#), [Gould HJ](#) (1976). “Molecular weight distribution of ribosomal proteins from several vertebrate species”. *Mol Gen Genet.* **142(4)**:317-31.
3. [Szymański M](#), [Barciszewska MZ](#), [Zywicki M](#), [Barciszewski J](#) (2003). “Noncoding RNA transcripts”. *J Appl Genet.* **44(1)**:1-19.
4. [Gilbert, Walter](#) (1986). "The RNA World". *Nature* **319**: 618.
5. [Orgel LE](#), [Crick FH](#) (1993). “Anticipating an RNA world. Some past speculations on the origin of life: where are they today?” *FASEB J.* **7(1)**:238-9.
6. [Orgel LE](#) (1998). “The origin of life--a review of facts and speculations”. *Trends Biochem Sci.* **23(12)**:491-5.
7. [Zaug AJ](#), [Been MD](#), [Cech TR](#) (1986). “The Tetrahymena ribozyme acts like an RNA restriction endonuclease”. *Nature.* **324(6096)**:429-33. (Erratum: *Nature* 1987 Feb 12-18; **325(6105)**:646.)
8. [Orgel LE](#) (1986). “RNA catalysis and the origins of life”. *J Theor Biol.* **123(2)**:127-49.
9. [Joyce GF](#) (2009). “Evolution in an RNA World”. *Cold Spring Harb Symp Quant Biol.* **74**:17-23.
10. [Wilson C](#), [Szostak JW](#) (1995). “In vitro evolution of a self-alkylating ribozyme”. *Nature.* **374(6525)**:777-82.
11. [Miller MC](#), [Liu JK](#), [Collins K.](#) (2000). “Template definition by Tetrahymena telomerase reverse transcriptase”. *EMBO J.* **19(16)**:4412-22.
12. [Altman S.](#) (2007). “A view of RNase P”. *Mol Biosyst.* **3(9)**:604-7.
13. [Cavalier-Smith T.](#) (2001). “Obcells as proto-organisms: membrane heredity, lithophosphorylation, and the origins of the genetic code, the first cells, and photosynthesis”. *J Mol Evol.* **53(4-5)**:555-95.
14. [Peretó J](#), [López-García P](#), [Moreira D.](#) (2004). “Ancestral lipid biosynthesis and early membrane evolution”. *Trends Biochem Sci.* **29(9)**:469-77.

## Önerilen Kitap ve İnternet Siteleri:

1. [Exploring Life's Origins](#) Hayatın başlangıcına dair interaktif bir sitedir.
2. [The Major Transitions in Evolution](#) Evrim ve hayatın doğuşu ile ilgilenen HERKEZİN kütüphanesinde olması gereken bir kitap.
3. [The theology of Memphis](#) Ortadoğu tek tanrılı dinlerinde yaradılış mitolojisinin kaynağına dair arkeolojik bulgular ve bilimsel verilerin bulunduğu kapsamlı bir sitedir.

 **NOT:** Bu sayfadaki kaynakça internet erişimine açık olarak verilmiştir. Doğrudan yayın (dergi adı) yada yazar adına tıklanarak anılan makalelere ve yazarların diğer eserlerine **PubMed** yoluyla ulaşabilirsiniz.