S33 Çoğu hesaba göre insanlar, kozmik, jeolojik veya evrimsel zaman ölçeklerinde ölçüldüğü gibi, Dünya'da ancak son zamanlarda ortaya çıktı. Bilim adamlarının şimdi inandığı gibi, kozmosun kendisi yaklaşık 13,8 milyar yıl önce “Büyük Patlama” ile ortaya çıktı. Yaklaşık 4,5 milyar yıl önce dünya, sıradan bir galaksinin kenarına yakın sıradan bir yıldıza eşlik eden bir dizi gezegenin üçüncüsü olarak şekillendi; çok geçmeden yaşamın kendini kopyalayan kimyası başladı. Biyolojik evrim daha sonra sonraki milyonlarca ve milyarlarca yıl boyunca ortaya çıktı. Popüler tasavvurda, dinozorların yaşı, geçmiş çağlardaki fantastik yaşam tarihini örneklemektedir ve 65 milyon yıl önce dinozor çağını sona erdiren felaket olayı -muhtemelen bir kuyruklu yıldız veya bir asteroidin dünyaya çarpması- hayatın yaşadığı iniş çıkışları göstermektedir. onun dolambaçlı evrimi. Bunu izleyen dönem, memelilerin yaşı olarak bilinir, çünkü bu hayvanlar dinozor sürüngenlerinin boşalttığı nişlerde gelişip çeşitlenmiştir. Yaklaşık 4 milyon yıl önce Afrika'da bir 'maymun adamlar' soyu ortaya çıktı - australopithecuslar - şimdi soyu tükenmiş atalarımız.

Şekil, anatomik olarak modern insanların, Homo sapiens sapiens'in veya 'bilge Adam'ın 'bilge' çeşidinin, bir dizi insan ve insan öncesi atadan evrimleştiğini göstermektedir. Modern insanın arkaik versiyonları yaklaşık 200.000 yıl önce ortaya çıktı. Afrika'dan birkaç dalga halinde göç ettiler, en son yaklaşık 60.000 yıl önce meydana geldi ve o zamana kadar anatomik olarak modern insanlar - fiziksel olarak sizin ve benim gibi insanlar - dünyayı dolaştı.

S34 Neandertaller, yaklaşık 200.000 ila 40.000 yıl önce esas olarak Avrupa'nın soğuğunda var olan soyu tükenmiş bir insan ırkıydı. Uzmanlar, Neandertallerin modernliği ve birinin kalabalıkta mı yoksa süpermarkette mi öne çıkıp çıkmayacağı konusunda farklılık gösteriyor. Pek çok bilim insanı onları kendi türümüzün soyu tükenmiş bir çeşidini ya da ırkını oluşturacak kadar kendimize çok benzer görür ve bizim burada Homo sapiens neanderthalensis'te yaptığımız gibi onları etiketler. Diğerleri, Neandertallerin anatomik olarak modern insanlardan daha “vahşi” olduğunu düşündüler ve bu nedenle onları ayrı bir tür, Homo neanderthalensis olarak gördüler. Neandertaller ve modern insanlar kültürel olarak etkileşime girdiler ve birbirleriyle çiftleştiler. Son DNA kanıtları, Afrikalı olmayan insanların taşıdığı genlerin yaklaşık yüzde 5'inin Neandertal atalarından miras alındığını gösteriyor.

Homo sapiens'ten önce, Homo erectus olarak bilinen oldukça başarılı türler, yaklaşık 2 milyon yıl önce ortaya çıktı ve Eski Dünya'ya (Afrika, Avrupa ve Asya kıtaları) yayıldı. Bundan önce, ilk insan türü olan Homo habilis, en az iki diğer dik hominid türüyle, Paranthropus cinsinin sağlam ve zarif biçimleriyle bir arada yaşadı. Dizinin başında, Australopithecus afarensis'i içeren atalara ait bir cins olan Australopithecus (ya da 'Güney Maymun') yer alıyordu. Bu dizi birkaç not noktasını vurgular. Birincisi, daha ilkel atalardan doğduğumuz, insanın evrimi gerçeğidir. Bu evrimin daha önemli göstergeleri arasında, insan öncesi Lucy'nin beyninden yaklaşık 450 santimetreküp (cc) olan, modern bir şempanzenin beyninden sadece biraz daha büyük olan, Homo habilis için ortalama 750 cc'lik bir ilerleme var. , Homo erectus için 1000 cc, bugün insanlık için yaklaşık 1400 cc. Bu 'ilerlemenin' henüz açıklanamayan bir ironisi, Neandertallerin günümüz insanlarından biraz daha büyük beyinlere sahip olmasıdır. İki ayaklılık - ya da iki ayak üzerinde dik yürüme - bu evrimsel dizinin bir başka tanımlayıcı özelliğini temsil eder. Uzmanlar, Lucy ve akrabalarının tamamen iki ayaklı olup olmadığını tartışıyor, ancak halefleri (ondan sonraki) kesinlikle öyleydi. Dik bir duruş, elin ve kolun, eşyaları kavramak ve taşımak için çok amaçlı bir gereç haline gelmesini sağlar. Lucy ve onun tipi muhtemelen erkek-kadın işbirliğini, en azından geçici bir çift ilişkisini ve yavru yetiştirmek için bir 'aile' yapısını benimsemişti.

S35 Alet kullanımının -teknolojinin- yalnızca insana özgü bir özellik olduğu düşünülürdü; insan cinsinin en eski fosili olan Homo habilis, hem 'insan' iskeleti özellikleri nedeniyle hem de basit taş kesicilerle birlikte keşfedildiği için ('yararlı adam') adını almıştır. Ancak, eski kavram artık sürdürülemez. Gerçekten de, teknolojinin kökeni biyolojide yatmaktadır. İnsan olmayan bazı hayvanlar araçlar yaratır ve kullanır ve teknoloji, nesilden nesile aktarılan kültürel bir süreç olarak maymun ve maymun toplulukları arasında zaman zaman ortaya çıkar. Vahşi doğada şempanzeler bazen bir dalı dikkatlice hazırlayarak, onu bir termit yuvasına sokarak ve ona yapışan böcekleri yalayarak termitler için 'balık' yaparlar. Aktivite içgüdüsel olmayıp yavrulara anneleri tarafından öğretildiği için, örneğin arıların kovan inşa etme içgüdüsünden farklı olarak kültürel olarak kabul edilmelidir. Bildirildiğine göre, şempanzelerin tıbbi bitkiler hakkında kültürel olarak aktarılan bilgileri de var, bu nedenle tıbbi teknolojinin kökenlerini insan cinsinin dışında da tanımlamak mümkün olabilir. Hayvanlar dünyasında belki de en iyi belgelenmiş teknik yenilik ve kültürel aktarım başarıları, bir Japon makak kolonisinin “maymun dehası” olan tek bir dişi Imo ile ilgilidir. İnanılmaz bir şekilde, Imo iki ayrı teknik keşif yaptı. İlk olarak, sahile atılan patateslerden kumu çıkarmak için parmaklarıyla kumu almak yerine denizde yıkayabileceğini keşfetti. Daha sonra, daha da dikkat çekici bir maharet gösterisiyle Imo, pirinci kumdan ayırmak için tek tek taneleri seçmek zorunda olmadığını keşfetti; karışım, kumun batacağı suya bırakılabilir ve pirinç yüzer ve kolayca geri kazanılabilir. Her iki teknik de grubun genç üyeleri ve yaşlı dişiler tarafından benimsendi ve bir sonraki nesle aktarıldı.

S36 Son keşifler, taş aletlerin Homo habilis'ten 700.000 yıl önce geldiğini ve bir Paranthropus türünün ateş kullanmış olabileceğini göstermiştir. Ayrıca, tür tipi ile farklı alet takımı türleri arasında çok az karşılıklı ilişki vardır. Örneğin, Neandertal aletleri, Homo erectus tarafından belirlenen emsallerden çok az farklıydı. Kayıt, biyolojik türler ile kullanılan araç takımı arasında yalnızca zayıf bir ilişki olduğunu ortaya koyuyor. Bununla birlikte, aletlerin yapılması ve kullanılması ve teknolojinin kültürel aktarımı, insan varoluş tarzı için gerekli hale geldi ve tüm insan toplumlarında uygulandı. Dahası, başka aletler yapmak için aletler yapan tek yaratık insanlar gibi görünüyor. Aletler olmadan insanlar oldukça zayıf bir türdür ve teknoloji olmadan hiçbir insan toplumu var olmamıştır. İnsanoğlu, evrimsel başarısını büyük ölçüde alet yapımı ve kullanımındaki ustalık ve aktarıma borçludur ve bu nedenle insanın evrimsel tarihi, teknoloji tarihine dayanmaktadır. Ateşin kontrolü, insanlık için önemli bir yeni teknolojiyi temsil ediyordu. Ateş sıcaklık sağlıyordu. Ateş, insanların daha soğuk iklimlere göç etmesini mümkün kıldı, dünyanın büyük ve aksi takdirde yaşaması elverişsiz bölgelerini insan yerleşimine açtı. Ateş teknolojisi aynı zamanda yapay ışık sağladı, böylece insan faaliyetini karanlıktan sonra ve mağaralar gibi karanlık yerlere kadar genişletti. Ateş, vahşi hayvanlara karşı koruma sağladı. Ateş, yemeklerin pişirilmesine izin verdi, bu da yemek yemek ve sindirmek için gereken zaman ve çabayı azalttı. Ateşle sertleştirilmiş ahşap aletler mümkün hale geldi. Ve ateş şüphesiz bir milyon yıl boyunca insan sosyal ve kültürel ilişkileri için bir ocak ve bir merkez olarak hizmet etti. Ateşle ilgili pratik bilgileri, ilk insanlara doğa üzerinde daha büyük bir kontrol derecesi verdi. Homo erectus, en azından Afrika'dan Avrupa'ya, Asya'ya, Güneydoğu Asya'ya ve ötesindeki takımadalara kadar Eski Dünya'ya yayılmasıyla ölçüldüğünde, olağanüstü başarılı bir hayvandı. Bu başarı büyük ölçüde ateşe hakim olmaya bağlıydı.

S37 Kavrayan el, doğal seçilim yoluyla evrimleşmiş tek bir insan “aracını” oluşturur; konuşma başka. Paleontologlar, nasıl ve ne zaman ortaya çıktığı konusunda henüz bir anlaşmaya varmasalar da, konuşma nispeten yeni bir kazanım gibi görünüyor. Konuşma, hayvan şarkılarından veya çağrılarından evrimleşmiş olabilir; yeni beyin kabloları dahil olmuş olabilir. Ancak bir kez kazanıldığında, bilgiyi aktarma ve kelimeler ve cümlelerle iletişim kurma yeteneği, insanlık için dramatik sosyal ve kültürel sonuçlar üreten güçlendirici bir teknoloji olmalıydı. Yaklaşık 40.000 yıl önce bir dönüm noktası meydana geldi. Daha önce, Neandertaller ve anatomik olarak modern insanlar, Orta Doğu'da ve Avrupa'da on binlerce yıldır bir arada yaşıyorlardı. Yaklaşık 35.000 yıl önce Neandertallerin soyu tükendi, muhtemelen yeni bir popülasyonla çatışarak yok edildi ya da iç içe geçmiş ve modern insan gen havuzuna emilmiş olabilirler. Aynı dönemde kültürel bir kopukluk kendini gösterdi. Neandertaller yerel malzemelerden basit, genelleştirilmiş, çok amaçlı aletler üretirken, biz -Homo sapiens sapiens- taştan, kemikten ve boynuzdan çok çeşitli aletler üretmeye başladık: iğneler ve dikilmiş giysiler, ip ve ağlar, lambalar, müzik aletleri, dikenli silahlar, yaylar ve oklar, olta kancaları, mızrak atıcılar ve şömineli daha gösterişli evler ve barınaklar. İnsanlar, yüzlerce kilometre boyunca değiş tokuş yoluyla uzun mesafeli mermi ve çakmaktaşı ticareti yapmaya başladılar ve sanat ürettiler, ayın izini sürdüler ve ölülerini gömdüler. Yine de, temel sosyal ve ekonomik yaşam tarzları açısından aynı yolda devam ettiler - göçebe gıda toplayıcıları olarak kaldılar.

S38 Tarih öncesi tarihçiler, 2 milyon yıl öncesinden yaklaşık 12.000 yıl önceki son Buzul Çağı'nın sonuna kadar olan dönemi tek bir dönem olarak sınıflandırır. Onu Paleolitik (Yunanca, paleo, 'antik'; litos, 'taş') veya Eski Taş Devri olarak etiketlerler. Yiyecek toplama, avcı-toplayıcı toplum terimiyle kodlanan temel niteliğidir. Paleolitik araçlar, hayvanları avlamaya veya temizlemeye ve bitki ve hayvan gıdalarını toplamaya ve işlemeye yardımcı oldu ve artık Paleolitik teknolojinin temel bir gıda toplama ekonomisinin hizmetinde geliştiği anlaşılmaktadır. Paleolitik yiyecek toplama, geçimlik bir ekonomiye ve shared(communal) bir topluma işaret ediyor. Mevsimlik ve göçmen gıda toplama çok az fazla üretti ve bu nedenle çok az sosyal sıralamaya veya hakimiyete izin verdi ve tabakalı toplumlarda fazla gıdayı depolamak, vergilendirmek ve yeniden dağıtmak için ihtiyaç duyulan türden zorlayıcı kurumlara (veya aslında herhangi bir kuruma) izin vermedi. Kayıtlar, gruplar içinde güç ve statü dereceleri mevcut olsa da, Paleolitik toplumların esasen eşitlikçi olduğunu gösteriyor. İnsanlar genellikle sayıları 100'den az olan küçük gruplar ya da aile grupları halinde yaşıyorlardı. İkincil kanıtların çoğu, cinsiyete dayalı bir işbölümünün yiyecek toplama modelini yönettiğini gösteriyor. Cinsel açıdan belirsiz rollere ve bireysel istisnalara izin verilmesi gerekse de, erkekler genellikle hayvanları avlamak ve leş yiyip bitirmekle ilgilenirken, dişiler büyük olasılıkla yiyecek ve ilaç olarak bitki, tohum ve yumurta toplamaya gittiler. Erkekler ve kadınlar birlikte grubun hayatta kalmasına katkıda bulundular ve kadınların çalışmaları genellikle kalorilerin çoğunu sağlıyordu. Görünüşe göre Homo sapiens sapiens, Neandertallerden daha uzun yaşadı; daha gerçek ihtiyarlar böylece bu gruplara deneyim ve bilgi eklediler. Paleolitik gruplar mevsimsel olarak kutlamalar, eş edinme veya diğer toplu(collective) faaliyetler için daha büyük klanlara veya makro bantlara dönüşmüş olabilir ve muhtemelen halüsinasyon bitkileri yutmuşlardır. Paleolitik yiyecek toplayıcıları, yıl boyunca avlanmanın veya balık avlamanın mümkün olabileceği birkaç gözde yerde bulunmanın dışında, hayvanların göçünü ve bitkilerin mevsimlik büyümesini takiben göçebeydi. Bazı durumlarda, Paleolitik gruplar, deniz veya dağlara büyük mevsimsel hareketlerle meşgul oldular. Üst Paleolitik'te (yaklaşık 30.000 yıl önce) mızrak atıcılar, ok ve yay silah cephaneliğine girdi ve köpek (kurt) evcilleştirildi, muhtemelen avlanmaya yardımcı olarak ilk evcilleştirilen hayvan.

S39 Buz Devri sanatı, anatomik olarak modern insanların sahneye çıkmasından sonra üretilen kültürel çiçeklenmenin en müjdeli örneğidir. Daha önceki insan grupları bozulabilir malzemelerden güzelleştirilmiş nesneler yapmış olabilir, ancak Avrupa'daki birkaç Geç Üst Paleolitik kültür (30.000 ila 10.000 yıl önce) yüzlerce alanda, genellikle ulaşılması zor galerilerde ve mağaraların girintilerinde kalıcı ve haklı olarak ünlü tablolar ve heykeller üretti. Sanatçılar ve zanaatkarlar ayrıca takılar ve taşınabilir süslemeler yarattılar ve küçük nesneleri hayvan motifleri ve diğer süslemelerle süslediler. Mağara resimlerinin hangi amaçları yerine getirdiğini henüz kimse çözebilmiş değil; antropologlar av ritüelleri, kabul törenleri, büyüsel inançlar ve cinsel sembolizm önerdiler. Paleolitik dönemin özelliği olan abartılı kadınsı özelliklere sahip birçok “Venüs” heykelciği, şu ya da bu türden doğurganlık ritüelleri ve kehanet açısından yorumlanmıştır. Aynı şekilde, kadınsı güzellik ideallerini temsil edebilirler. Kalan birçok belirsizliğin ötesinde, Buz Devri sanatı, insan topluluklarının dünyayla ilişkilerinde sembolik temsili uyandırdığını gösteriyor.(Ice Age art shows that human communities evoked(uyandırmak,aklına getirmek) symbolic representation in their dealings with the world. ) Ve sonra, Buz Devri sanatının pigmentlerden ve boyama tekniklerinden merdivenlere ve iskelelere kadar teknik boyutunu gözden kaçırmamalıyız. Avrupa'nın büyük mağara resimleri daha iyi bilinir, ancak kelimenin tam anlamıyla ve mecazi olarak dünyadaki Paleolitik halklar sanatsal el izlerini bırakmışlardır. Neandertaller, yaşlı ve hastalarıyla ilgilenmeye çoktan başlamışlardı ve 100.000 yıl önce ölülerinin bir kısmını törenle gömdüler. Morg ve gömme faaliyeti merkezleri var olmuş olabilir ve Orta Paleolitik'te (100.000 ila 50.000 yıl önce) başlayan bir “ölüler kültü”nden söz edilebilir. Ölüleri kasıtlı olarak gömmek, belirgin bir insan faaliyetidir ve definler, insan tarihöncesinde önemli bir kültürel dönüm noktasını temsil eder. Kendi bilincini ve etkili sosyal ve grup uyumunu ifade ederler ve sembolik düşüncenin başlangıcını önerirler. (They bespeak(göstergesi olmak) selfconsciousness and effective social and group cohesion, and they suggest the beginning of symbolic thought.) Paleolitik halkların zihinsel veya ruhsal dünyası hakkında spekülasyon yapmak aydınlatıcı olabilir. Paleolitik mezarlar ve mağara sanatı hakkında daha önce gördüklerimiz ve söylediklerimiz, Paleolitik popülasyonların, en azından çağın sonuna doğru, dini veya manevi tutumlar olarak adlandırdığımız şeyleri geliştirdiğini kuvvetle göstermektedir. Doğal dünyanın çeşitli tanrılar veya tanrılarla dolu olduğuna veya taşlar veya korular gibi nesnelerin ve yerlerin kendilerinin canlı olduğuna inanmış olabilirler. Dini inançlar ve uygulamalar -bunları nasıl tasavvur edersek edelim- toplulukları birbirine bağlayan ve etkinliklerini güçlendiren bir sosyal teknoloji oluşturdu.(formed a social technology, as it were(yani), that knitted communities together and strengthened their effectiveness.)

S39 Anatomik olarak modern insanlar için, Paleolitik yaşam tarzı, özellikle takip eden dönemlerdeki hızlı değişim hızına kıyasla, olağanüstü uzun ve istikrarlı bir kültürel dönem olan 30.000 yıl boyunca azalmadan ve esasen değişmeden devam etti. Paleolitik halklar, kuşkusuz, kendi geçmişleriyle büyük bir süreklilik içeren nispeten değişmeyen yaşamlar yaşadılar. Önemli miktarda et içeren çeşitli bir diyetle iyi beslenmiş, çok çalışmak zorunda kalmamış, kürk ve postta rahat, sıcak bir ateşin yanında rahat, Paleolitik atalarımızın genellikle iyi bir yaşam sürdüğünü kim inkar edebilir?

S40 İlk Homo türünden başlayarak, 2 milyon yıllık Paleolitik dönemin tamamında, nüfus yoğunluğu şaşırtıcı derecede düşük kaldı, belki de mil kare başına bir kişiden fazla değildi ve nüfus artış hızı, geç (veya Üst) Paleolitik'te bile. , son birkaç yüzyıl içinde modern nüfus için olanın sadece beş yüzde biri olabilir. Çok düşük nüfus artışı oranı, tek başına veya birlikte doğurganlık oranlarını kısıtlamak için hareket eden birkaç faktörden kaynaklanmaktadır: bebeklerin geç sütten kesilmesi (emzirmenin bir şekilde doğum kontrol etkisi vardır), düşük vücut yağı, hareketli bir yaşam tarzı ve bebek öldürme. Bununla birlikte, insanlık yavaş ama emin adımlarla yeryüzüne yayıldı ve uygun yiyecek toplama habitatları bulunduğu sürece, insanlığın temel yaşam tarzını değiştirmeye ihtiyacı yoktu. Yiyecek toplayan gruplar, ana topluluklardan kök saldı ve yeni topluluklar kurdu. Paleolitik halklar Afrika, Asya, Avrupa ve Avustralya'ya yayılırken, avcı ve toplayıcı dalgaları en az 12.000 yıl önce Kuzey Amerika'ya ulaştı ve daha önce olmasa da en sonunda Paleolitik varoluş biçimini Güney Amerika'nın en güney ucuna yaydı. Binlerce yıllık yavaş genişlemeden sonra, Paleolitik insanlar dünyayı yiyecek toplayıcılarla “doldurdu”. Ancak o zaman, toplanabilir kaynaklara karşı nüfus baskısı, gıda toplamadan bahçecilik veya hayvancılık şeklinde gıda üretimine doğru devrimci bir değişimi tetikledi.(After many millennia of slow expansion, Paleolithic humans “filled up” the world with food-collectors. Only then, it seems, did population pressure against collectible resources trigger a revolutionary change from foodcollecting to food-producing in the form of horticulture or herding.)

S41 Paleolitik toplumun olağanüstü dayanıklılığı ve varoluş biçimi, insanın birbirine kenetlenmiş bir dizi teknoloji ve uygulamadaki ustalığına bağlıydı. Bazen Paleolitik halkların pratik faaliyetlerini destekleyen bir bilgi kaynağı olarak “bilime” ihtiyaç duydukları ve sahip oldukları söylenir. Örneğin, Taş Devri halklarının ateşi yaparken ve kullanırken en azından kaba bir 'kimya' biçimini uyguladıklarını varsaymak çok kolay. Bununla birlikte, gerçekte, hem bilim hem de teknoloji “bilgi sistemlerini” içerirken, yiyecek toplayıcıların sahip olduğu bilgi, makul olarak teorik veya bilimin veya doğa teorilerinin türevi olarak kabul edilemez. Geç Paleolitik “astronomi”de bilime benzer bir şeyin kanıtı ortaya çıksa da, Paleolitik zanaat pratiğinde birikmiş deneyimlerin ötesinde doğaya yönelik sistematik deneyler veya yönlendirilmiş araştırmalar için bir çağrı yoktu.( In fact, however, while both science and technology involve “knowledge systems,” the knowledge possessed by food-collectors cannot reasonably be considered theoretical or derivative of science or theories of nature. Although evidence of something akin to science appears in late Paleolithic “astronomy,” there was no call for systematic experimentation or directed inquiry into nature beyond accumulated experience in the practice of Paleolithic crafts.) Bu bilimin kökenlerini ve karakterini keşfetmek için teknolojiyi neden etkilemediğini anlamamız gerekiyor. Bilgi birçok biçimde gelir. El sanatlarında somutlaşan pratik bilgi, bir fenomenin bazı soyut anlayışlarından türetilen bilgiden farklıdır. Örneğin, bir araba lastiğini değiştirmek için, herhangi bir özel mekanik bilgisi veya malzemelerin gücü değil, doğrudan talimat veya uygulamalı deneyim gerekir. Bir izci, çubukları birbirine sürterek veya çakmaktaşı kıvılcımla kuru çıra haline getirerek, oksijen teorisini (veya başka herhangi bir teoriyi) bilmeden bir ateş yakabilir. Ve tersine, teori bilgisi tek başına lastiği değiştirmeye veya ateş yakmaya imkan vermez. Paleolitik halkların zanaatlarını uygulamak için herhangi bir teorik veya sistematik bilgi yerine pratik becerileri ve pratik bilgileri uyguladıklarını söylemek doğru olur. Bunun da ötesinde, Paleolitik halklar, Paleolitik 'kimya' hakkında konuşmak anlamlı olmadan ateş için açıklamalar yapmış olabilirler - örneğin, bir şekilde eylemlerinde bir ateş tanrısını veya bir ateş ruhunu çağırdıklarını düşündüklerinde. Tüm bunlardan Paleolitik teknolojiyle ilgili önemli bir sonuç çıkar: Paleolitik'teki “bilim” hakkında ne kadar küçük konuşabilsek, Paleolitik teknolojiler açıkça bu tür herhangi bir bilgiden önce ve bağımsızdı. ( A major conclusion about Paleolithic technology follows from all this: to whatever small extent we may be able to speak about “science” in the Paleolithic, Paleolithic technologies clearly were prior to and independent of any such knowledge. )

S42 Kayıtlar (ya da daha doğrusu birinin yokluğu)(or rather the absence of one), Paleolitik halkların bilinçli olarak “bilim” peşinde koşmadıklarını veya doğayı kasıtlı olarak araştırmadıklarını gösteriyor. Yine de Paleolitik dönem bilim tarihi için kayda değer bir şey sunuyor mu? En ilkel düzeyde, Paleolitik halkların sahip olduğu ve doğrudan deneyimlerden elde edilen kapsamlı “doğa bilgisi”nin farkına varmalıyız. Varlıkları, etraflarındaki bitki ve hayvan dünyaları hakkında bildiklerine bağlı olduğundan, keskin gözlemciler olmaları gerekiyordu. Ve antropologlar tarafından gözlemlenen hayatta kalan yiyecek toplayıcılar gibi, muhtemelen doğada bulduklarını kategorize etmek ve rasyonelleştirmek için sınıflandırmalar ve doğal tarihler geliştirdiler. Bilim tarihi açıkça kökenlerini burada bulur.

S43 Daha da dikkate değer olan, yaklaşık 40.000 yıl önce başlayan geç Paleolitik döneme ait arkeolojik kayıtlar, bilime çok benzeyen faaliyetlere dair çarpıcı kanıtlar sunuyor. Bu kanıt, ayın gözlemlerini kaydetmiş gibi görünen binlerce oyulmuş ren geyiği ve mamut kemiği parçası şeklinde ortaya çıkıyor. Bu tür eserlerden oluşan 'kesintisiz bir çizgi' on binlerce yıl boyunca uzanır. Ukrayna'daki Gontzi'den oyulmuş mamut dişi, tüm büyük yerleşim yerlerinde tutulmuş olabilecek bu tür ay kayıtlarının bir örneğidir. Şekil 1.4'te resmedilen, yaklaşık 15.000 yıl öncesine aittir. Elbette sadece tahmin yürütebiliriz, ancak Paleolitik halklar doğaya yakın yaşadıklarından, büyüyen ve küçülen ay, doğal olarak belirgin ritimleri ve dönemleri ile kendisini önemli bir ilgi nesnesi olarak sunacaktır. Akıllı atalarımızın bu ritimleri takip ettiğini ve dolunayın ve yeni ayın sırasını ve aralıklarını şu ya da bu şekilde kaydetmeye başladığını kolayca hayal edebilirsiniz. Ayrıca, Gontzi kemiği ve onun gibi diğerleri, zamanı hesaplama aracı olarak hizmet edebilirdi. Paleolitik halkların bir takvimi olduğunu söyleyecek kadar ileri gidemesek de, ayın dönemlerini bilmenin zaman hesabında faydalı olacağını tahmin edebiliriz. Örneğin, dağınık gruplar mevsimsel olarak bir araya gelmiş olabilir ve aradan geçen ayları takip etme ihtiyacı duymuş olabilir. Bu tür ay kayıtlarının sürekli bir geleneğini tasavvur etmemize gerek yok, çünkü süreç yüzlerce kez icat edilmiş ve yeniden icat edilmiş olabilir: birkaç ay boyunca şekillendirilen ve atılan basit bir sayaç. Söz konusu eserler, doğal olayların zaman içinde aktif olarak gözlemlendiğini ve kaydedildiğini kanıtlamaktadır. Bu etkinlik, teorik bilgiye yalnızca ilkel bir yaklaşımı gösterir, ancak sonuçları, doğrudan deneyimlerden elde edilen bilgilerden daha soyut ve Paleolitik halkların zanaatlarında somutlaştırdıklarından farklı görünmektedir.

S44 Arkeologların, paleoantropologların ve tarihöncesi uzmanlarının araştırmalarından ortaya çıkan bu Paleolitik dönemdeki yaşam tablosu, toplumsal değişimin dinamikleri hakkında birçok şaşırtıcı soruyu gündeme getiriyor. (This picture of life in the Paleolithic period, which has emerged from the research of archaeologists, paleoanthropologists, and prehistorians, raises several puzzling questions about the dynamics of social change.) Kendi türümüz tarafından doldurulan 200.000 yılı aşkın bir süredir, gıda toplayan bir sosyal sistemin 2 milyon yıl boyunca değişmez dayanıklılığını nasıl açıklayabiliriz? Göreceli teknolojik yenilik eksikliği nasıl açıklanabilir? Anatomik olarak modern insanlar 40.000 ila 30.000 yıl önce Paleolitik'te kültürel olarak geliştikten sonra, neden yiyecek toplayıcı olarak yaşamaya, taş aletler yaparak ve göçebe bir yaşam tarzı izleyerek yaşamaya devam ettiler? Ve neden 12.000 yıl önce gıda toplamanın yerini gıda üretimine bırakmasıyla birlikte değişimin hızı neden hızlandı? siyasal devletin kontrolü ve yönetimi altında yoğunlaştırılmış tarım (tarım)gardening (horticulture) ? Paleolitik'in sonunda meydana gelen sosyal ve ekonomik dönüşümleri açıklamak için farklı hesaplar sunuldu. Değişiklikler, yaklaşık 10.000-12.000 yıl önce son Buz Çağı'nın sonunda buzulların geri çekilmesiyle harekete geçirilmiş olabilir. Birçok büyük vücutlu hayvanın neslinin tükenmesi, gıda arzını kısıtlayarak meydana geldi ve diğer hayvan göçlerinin genel tipi kuzeye doğru kayarak muhtemelen bazı insan gruplarını geride bıraktı. İnsanların kendileri muhtemelen büyük bir oyunu aşırı avladılar ve yaşam koşullarını kendilerine zarar verecek şekilde değiştirdiler.(Humans themselves probably overhunted large game, self-destructively changing their living conditions. ) Yakın zamanda inanılırlık kazanan bir başka argüman dizisi, avcı ve toplayıcı nüfus, habitatlarının kaynaklarını makul bir kolaylıkla sömürebilecek kadar küçük kaldığı sürece, yiyecek toplama yaşam tarzının devam ettiğini öne sürüyor. Nüfusun yavaş artması ve küresel ölçekte uygun habitatların çok olması nedeniyle, avcı-toplayıcıların kendi sayılarının artması ve bunun sonucunda yiyecek arama faaliyetlerinin genişlemesi yoluyla erişilebilir ortamların “taşıma kapasitelerine” ulaşması 2 milyon yıl geçti. Bu hesap aynı zamanda geç Paleolitik çağdan önceki düşük teknolojik yenilik oranını da açıklıyor: bol kaynaklarla kutsanmış küçük nüfuslara teknikleri ve rafine becerileri ile iyi hizmet edildi.(small populations blessed with ample resources were served well by their techniques and refined skills) Paleolitik halklar tohumların büyüdüğünü ve bahçıvanlığın mümkün olduğunu bilseler de (ve muhtemelen bunu ara sıra uygulamışlardır), yaşam tarzlarında devrim yapmak için hiçbir ikna edici güdüleri yoktu. Ancak artan nüfus yoğunluğu göçle artık kolayca giderilemediği zaman, ihtiyaçlar ve kaynaklar arasındaki denge nihayet bozuldu ve bitki ve hayvancılık yeni bir yaşam biçimi olarak kabul edildi. Atalarımız Paleolitik varoluşlarından isteyerek vazgeçmediler. Ekolojik bozulmanın baskısı altında, göçebe bir yiyecek toplama yaşam tarzını terk ederek ve bir yiyecek üretme tarzını benimseyerek -avcılık ve toplayıcılıktan bahçecilik ve hayvancılığa “ilerleyerek”, ancak o zaman insanlık gönülsüzce bir Bahçeden düştü. Eden ve Neolitik çağa.(only then did humankind reluctantly fall out of a Garden of Eden and into the Neolithic era.)

S45 Yaklaşık 12.000 yıl önce, son Buzul Çağı'nın sonunda, Neolitik Devrim gelişmeye başladı. Her şeyden önce sosyoekonomik ve teknolojik bir dönüşüm olan bu devrim, yiyecek toplamaktan yiyecek üretimine geçişi içeriyordu. Sonunda dünyaya yayılmadan önce birkaç bölgede ortaya çıktı. Sadece mera olarak uygun habitatlarda, pastoral(relating to the farming of animals)(pastoral nomadism) göçebeliğe veya hayvan sürülerinin sürülmesine yol açtı; diğerlerinde ise çiftçiliğe ve yerleşik köy yaşamına yol açtı. (In habitats suitable only as pasture it led to pastoral nomadism or herding animal flocks; in others it led to farming and settled village life. )Böylece Neolitik veya Yeni Taş Devri ortaya çıktı.

S46 Şaşırtıcı ama büyük bir tarih öncesi gerçeği: Evcilleştirilmiş bitki ve hayvanlara dayanan Neolitik topluluklar, MÖ 10.000'den sonra dünyanın farklı yerlerinde birkaç kez bağımsız olarak ortaya çıktı - Yakın Doğu, Hindistan, Afrika, Kuzey Asya, Güneydoğu Asya ve Orta ve Güney Amerika. Dünyanın yarıkürelerinin -Eski Dünya ve Yeni Dünya- fiziksel olarak ayrılması, farklı bölgelerde buğday, pirinç, mısır ve patatesin ayrı evcilleştirilmesinde olduğu gibi, Neolitik tekniklerin basit yayılmasına kesin olarak karşı çıkıyor. (decisively argues against simple diffusion of Neolithic techniques, as do the separate domestications of wheat, rice, corn, and potatoes in different regions.)Tarihöncesinin zaman ölçeğinde, dönüşüm nispeten ani olmuş gibi görünüyor, ama aslında süreç yavaş yavaş gerçekleşti. Bununla birlikte, Neolitik devrim, etkilenen halkların yaşamlarını ve dolaylı olarak habitatlarının koşullarını kökten değiştirdi. Neolitik'in kökeni hakkında farklı yorumlar olsa da, onun dünyayı değiştiren etkilerine kimse itiraz etmez. Neolitik dönem, birbirini takip eden bir dizi olay ve sürecin sonucuydu. Bahçıvanlık (düşük yoğunluklu çiftçilik) söz konusu olduğunda, artık dünyanın çeşitli yerlerinde insan gruplarının kalıcı köylere yerleştiğini, ancak Neolitik bir tarza tam geçişten önce avcılık, toplayıcılık ve Paleolitik ekonomi uygulamalarına devam ettiğini biliyoruz. Bu yerleşik gruplar, sınırlı bölgelerde karmaşık yiyecek arama, yoğun bitki toplama ve fındık ve deniz ürünleri gibi geniş bir ikincil veya üçüncül gıda kaynakları yelpazesinden yararlanma yoluyla yaşadılar. Onlar da evlerde yaşıyorlardı ve bu anlamda ilk yerleşik insanların kendileri evcilleştirilmiş bir türdü. (İngilizce 'yerli' kelimesi, 'ev' anlamına gelen Latince domus kelimesinden türetilmiştir.)(The English word “domestic” derives from the Latin word domus, meaning “house.” ) İnsanlar böylece, bitkileri veya hayvanları evcilleştirirken kendilerini de evcilleştirmişlerdir!) ve evcilleştirilmiş tahıl taneleri, nihayetinde gıda üretimine bağımlılığın artmasına ve daha eksiksiz bir gıda üreten yaşam biçimine yol açtı.(But the inexorable pressure of population against dwindling collectible resources, along with the greater nutritional value of wild and domesticated cereal grains, ultimately led to increasing dependence on food-production and a more complete foodproducing way of life.) (Ancak, vahşi ve evcilleştirilmiş tahıl tanelerinin daha yüksek besin değeri ile birlikte azalan toplanabilir kaynaklara karşı nüfusun amansız baskısı, nihayetinde gıda üretimine bağımlılığın artmasına ve daha eksiksiz bir gıda üreten yaşam biçimine yol açtı.) Dünyanın birçok yerinde insanlar, 12.000 yıl önce Neolitik yerleşimlerin ortaya çıkmasından sonra Paleolitik bir varoluşa devam ettiler. Yeni bir Neolitik yiyecek üretme tarzını benimsemeleri için baskı altında değildiler ve kültürel ve ekonomik bir varoluş tarzı olarak bugün bile hayatta kalan birkaç grup Paleolitik bir yaşam tarzını takip ediyor. Tarih öncesi bir dönem olarak, Neolitik dönem, ilk basit bahçıvanlardan ve hayvancılıkla uğraşanlardan “kasabalarda” yaşayan karmaşık geç Neolitik gruplara kadar olan gelişmeleri kapsayan kendine özgü bir yaya sahiptir.(yolu,yörüngesi kendine özgü). Geriye dönüp bakıldığında, özellikle Paleolitik dönemin aşırı uzunluğuyla karşılaştırıldığında, tarih öncesi Neolitik, Mezopotamya ve Mısır'daki uygarlığın yaklaşık 5.000 yıl önce daha fazla dönüşüm başlatmaya başlamasından sadece bir an önce sürdü. Ancak, kısalmış zaman diliminde bile Neolitik, coğrafi olarak yayıldı ve belirli yerlerde binlerce yıl boyunca, Neolitik'in Yakın Doğu'da ilk kez uygarlığa yol açtığı kabaca 12.000 ila 5.000 yıl önce varlığını sürdürdü. Bunu deneyimleyenler için Neolitik yaşam, nesiller boyunca sakin bir mevsimsel hızda ilerlemiş olmalıdır.

S47 Gıda üretimine yönelik iki alternatif yol Paleolitik'ten çıktı: biri toplayıcılıktan tahıl bahçeciliğine (bahçecilik) ve ardından saban tarımına; diğeri avcılıktan hayvancılığa ve pastoral (relating to the farming of animals) göçebeliğe. Bu Neolitik alternatifleri ayrı bir coğrafya yönetiyordu: Yeterli atmosferik veya yüzey suyuna sahip iklimlerde, bahçecilik ve yerleşik köyler ortaya çıktı; tarım için çok kurak olan çayırlarda, göçebe insanlar ve hayvan sürüleri göçebe bir yaşam tarzını korudu. Bu çok farklı yollardan biri tarihsel olarak Moğollar ve Bedeviler gibi göçebe toplumlara yol açtı. Diğeri, özellikle çiftçilik ve hayvanların evcilleştirilmesini birleştiren biçimiyle, büyük tarım uygarlıklarına ve nihayetinde sanayileşmeye yol açtı.(one led historically to nomadic societies such as the Mongols and the Bedouins. The other, especially in the form that combined farming and domestication of animals, led to the great agrarian civilizations and eventually to industrialization.) Fırsatçı ve hatta sistematik avcılık ve toplayıcılık gıda üretiminin yanı sıra devam etti, ancak Neolitik yerleşimlerin ortaya çıktığı yerlerde temel ekonomi, küçük temizlenmiş arazilerde mahsul yetiştirmeye kaydı. Bahçecilik, daha sonra Yakın Doğu'daki ilk uygarlıklarda geliştirilen sulama, saban ve çeki hayvanlarının kullanıldığı yoğun tarımla tezat oluşturur. Erken Neolitik halklar saban kullanmadılar, ancak gerektiğinde büyük taş baltalar ve keserler kullanarak toprağı temizlediler; arazilerini çapa veya kazma çubukları kullanarak işlediler. Dünyanın birçok bölgesinde, özellikle tropikal ve subtropikal bölgelerde, swidden veya 'kes ve yak' tarımı, arazilerin birkaç yıl ekildiği ve daha sonra yeniden ekilmeden önce kendilerini yenilemek için terk edildiği yerlerde gelişti. Neolitik alet takımı, örneğin oraklarda kullanılan küçük yontulmuş taşları içermeye devam etti, ancak tüm Neolitik yerleşim yerlerinde bulunan baltalar, öğütme taşları ve havanlar ve havanlar gibi daha büyük, genellikle cilalı aletlerle genişletildi. Hayvan boynuzlarının da kazma ve kazma çubuğu olarak faydalı olduğu kanıtlandı. Ve tahılın toplanması, dövülmesi, harmanlanması, depolanması ve öğütülmesi gerekiyordu; bunların tümü ayrıntılı bir dizi teknoloji ve sosyal uygulama gerektiriyordu.

S49 Dünyanın dört bir yanındaki insan popülasyonları bağımsız olarak çeşitli bitkileri evcilleştirdi ve yetiştirmeye başladı: Güneybatı Asya'da birkaç buğday, arpa, çavdar, bezelye, mercimek ve keten; Afrika'da darı ve sorgum; Kuzey Çin'de darı ve soya fasulyesi; Güneydoğu Asya'da pirinç ve fasulye; Mesoamerica'da mısır (mısır); Güney Amerika'da patates, kinoa, manyok ve fasulye. Evcilleştirme, evcilleştirmeyi, yetiştirmeyi, genetik seçilimi ve ara sıra bitkileri yeni ekolojik ortamlara sokmayı içeren bir süreci (bir eylem değil) oluşturur. (Domestication constitutes a process (not an act) that involves taming, breeding, genetic selection, and occasionally introducing plants into new ecological settings.) Örneğin buğday söz konusu olduğunda, yabani buğday gevrektir, tohumları rüzgar ve hayvanlar tarafından kolayca dağılır, bu da bitkinin doğal koşullarda hayatta kalmasını sağlayan bir özelliktir. Evcilleştirilmiş buğday, hasadı basitleştiren ancak bitkiyi çoğaltılması için çiftçiye bağımlı bırakan tohumlarını korur. İnsanlar bitkinin genlerini değiştirdi; bitki insanlığı değiştirdi. Ve tahılı yetiştiren insanlarla, sıçan, fare ve ev serçesi “kendini evcilleştirdi” ve Neolitik gemiye katıldı. Hayvanların evcilleştirilmesi, vahşi türlerle yakın ve uzun süreli insan teması sonucu gelişti. En azından mantıksal olarak, avcılık ve sürüleri takip etmekten ağılda tutmaya, gütme, evcilleştirme ve üremeye kadar açık bir ardışıklık vardır. Yarı vahşi ren geyiği sürülerini takip eden ve sömüren Sami (Lapp) halkının canlı örneği, avcılıktan hayvancılığa ve göçebe göçebeliğe geçişin nasıl olabileceğini göstermektedir.(The living example of the Sami (Lapp) people who follow and exploit semiwild reindeer herds illustrates how the shift from hunting to husbandry and pastoral nomadism may have occurred. ) Bitki kültüründe olduğu gibi, hayvanların evcilleştirilmesi, vahşi türlerden insan seçimini, seçici kesim, seçici üreme ve Darwin'in daha sonra sürüler ve sürüler arasından “bilinçsiz seçilim” dediği şeyi içeriyordu. Eski Dünya'daki insanlar sığırları, keçileri, koyunları, domuzları, tavukları ve daha sonraları atları evcilleştirdi. Yeni Dünya'da And toplulukları yalnızca lamaları ve kobayları evcilleştirdi; Amerika kıtasındaki insanlar bu nedenle diyetlerinde karşılaştırmalı bir hayvansal protein eksikliği yaşadılar. Hayvanlar, insanlar için çeşitli şekillerde değerlidir. Bazıları yenmeyen bitkileri ete dönüştürür ve et, bitkilerden daha karmaşık proteinler içerir. Hayvanlar, ihtiyaç duyulana kadar bozulmayan yiyecekleri toynaklarında sağlarlar.(Animals provide food on the hoof, food that keeps from spoiling until needed.) Hayvanlar, Eski Dünya'da Neolitik'in ortaya çıkmasıyla giderek daha fazla sömürülen değerli ikincil ürünler üretir. Sığır, koyun, domuz ve diğerleri, daha fazla sığır, koyun ve domuz üreten “hayvan fabrikalarıdır”. Tavuklar yumurta bırakır ve inekler, koyunlar, keçiler ve atlar süt üretir. Yoğurtlarda, peynirlerde ve demlenmiş içeceklerde işlenmiş ve depolanabilir süt ürünleri, Asya'nın büyük çoban topluluklarını ve her yerde hayvancılık yapanları ayakta tuttu. Gübre ve yakıt olarak gübre, bir başka değerli hayvansal ürün haline geldi. Hayvan postları, deri ve çeşitli ürünler için hammadde sağladı ve koyunlar elbette yapağı(fleece=koyun postu) üretti. (Yün, kumaşa ilk olarak Neolitik tezgahlarda dokunmuştur.) Hayvanlar, çekiş ve ulaşım sağlıyordu. Neolitik dönem, insanlığın önceki 2 milyon yılda geliştirdiği bitki ve hayvanlara olan yakın bağımlılığını sürdürdü. Ancak onları sömürme teknolojileri ve bu teknolojilerin sürdürdüğü sosyal sistem kökten değişmişti. Yakın Doğu'da birkaç bin yıllık Neolitik Çağ'dan sonra, bahçecilik ve hayvancılık teknolojilerini birleştiren karma ekonomiler ortaya çıktı. Eski Dünya'daki Geç Neolitik gruplar, görünüşe göre hayvanları çekiş için tuttular ve ortaçağ Avrupa'dakilerle karşılaştırıldığında daha uygun olan yollarda ve patikalarda tekerlekli arabalar kullandılar. Yoğunlaştırılmış tarıma ve uygarlığa giden tarihi yol, bu karma Neolitik tarımdan geçiyordu. Paleolitik'teki ilk varoluş tarzımızın karakterinden biyoloji ve evrim kısmen sorumluysa, o zaman Neolitik Devrim, insanların değişen çevrelerine tepki olarak başlattıkları tarihsel bir yön değişikliğini temsil eder.( The historical route to intensified agriculture and to civilization was through this mixed Neolithic farming. If biology and evolution were partly responsible for the character of our first mode of existence in the Paleolithic, then the Neolithic Revolution represents a change of historical direction initiated by humans themselves in response to their changing environment.)

S50 Çiftçilik ve hayvancılıkla ilgili birçok teknik ve beceriyi tamamlayan çeşitli yardımcı teknolojiler, Neolitik döneme geçişin bir parçası olarak ortaya çıktı. Bu yeniliklerden ilki, Eski ve Yeni Dünya'nın çeşitli yerlerinde bağımsız olarak ulaşılan bir yenilik olan tekstillerdi. Son bulgular, bazı Paleolitik grupların zaman zaman dokuma tekniklerini, belki de sepetçilikte uyguladıklarını, ancak yalnızca Neolitik'te kumaş ve depolama kaplarına olan ihtiyacın tekstil teknolojilerinin geliştiği noktaya kadar genişlediğini gösteriyor. Tekstil üretimi birbiriyle bağlantılı birkaç adımı ve teknolojik uygulamaları içerir: koyun kırkma veya keten veya pamuk yetiştirme ve hasat etme, hammaddeyi işleme, iplik eğirme (10.000 yıl sonra Sanayi Devrimi'ne kadar kadınların yaşamlarının her zaman mevcut bir parçası), dokuma tezgahları inşa etme, kumaşı boyamak ve dokumak. Neolitik Çağ'da tekstil üretiminin gelişini göz önünde bulundururken, tasarım hususları ve giysinin tüm toplumlarda sembolik ve bilgilendirici rolü göz ardı edilemez. O zaman, şimdi olduğu gibi, insanların nasıl giyindikleri, kim oldukları ve nereden geldikleri hakkında birçok bilgi aktarıyor. Aynı zamanda dünya çapında birden fazla merkezde bağımsız olarak ortaya çıkan çömlekçilik, Neolitik Devrimin önemli bir parçasını oluşturan bir başka yeni teknolojidir. Paleolitik halklar kasıtsız olarak pişmiş kil seramikler üretmiş olsalar da, Paleolitik ekonomide tekniğin daha da geliştirilmesini gerektiren hiçbir şey yoktu. Çömlekçilik neredeyse kesinlikle bir depolama teknolojisi ihtiyacına yanıt olarak ortaya çıktı: ilk tarım toplumlarının artı ürünlerini depolamak ve taşımak için kavanozlar veya kaplar. Neolitik topluluklar bina yapımında sıva ve harç kullanmışlar ve çanak çömlek sepetlere uygulanan sıva tekniklerinden ortaya çıkmış olabilir. Sonunda, “üretim merkezleri” ve küçük ölçekli seramik nakliyesi gelişti. Çömlekçilik bir 'piroteknoloji'dir, çünkü çömlekçiliğin sırrı, kimyasal olarak birleştirilmiş suyun, ateşlendiğinde kilden sürülerek onu yapay bir taşa dönüştürmesidir. Neolitik fırınlar 900°C'nin üzerinde sıcaklıklar üretti. Daha sonra, Bronz ve Demir Çağlarında, Neolitik çanak çömlek piroteknolojisi metalurjiyi mümkün kıldı. Neolitik ortamlarda, yeni yaşam biçimini üretmek için irili ufaklı binlerce olmasa da yüzlerce teknik ve teknoloji bir araya geldi. Neolitik halklar, ahşap, kerpiç ve taştan kalıcı yapılar inşa ettiler ve bunların hepsi uzman zanaat becerilerini kanıtladı. İp büküyorlar ve taş işçiliği yapıyorlardı ve Neolitik halklar doğal olarak oluşan ham bakır kullanarak bir tür metalurji bile geliştirdiler. Soğuk metal işleme teknolojisi kullanışlı aletler üretti. 1991'de Alpler'de geri çekilen bir buzul tarafından açığa çıkarılan olağanüstü donmuş mumya, şimdilerde ünlü olan 'Buz Adam'ın, öldüğünde yanında taşıdığı ince bakır balta nedeniyle ilk önce bir Tunç Çağı kültürüne ait olduğu düşünüldü. Görünüşe göre, MÖ 3300 civarında Avrupa'da yaşıyordu, besbelli ki üstün bir soğuk dövülmüş metal alete sahip zengin bir Neolitik çiftçiydi.

S51 Neolitik aynı zamanda bir toplumsal devrimdi ve yaşam biçimlerinde köklü bir değişiklik yarattı. Bir düzine ila iki düzine evden oluşan, birkaç yüz nüfuslu, merkezi olmayan ve kendi kendine yeten yerleşik köyler, Neolitik gruplar arasında norm haline geldi. Paleolitik'in daha küçük gruplarıyla karşılaştırıldığında, köy yaşamı, kabileler halinde birleşmiş aile koleksiyonlarını destekledi. Neolitik ev kuşkusuz sosyal organizasyonun merkezi haline geldi; Üretim hane bazında gerçekleşti. Evlerin içinde yaşamanın Neolitik halkları kamusal alan, mahremiyet ve misafirperverlikle ilgili sorunlarla yeni yollarla uğraşmaya zorladığı hayali bir öneride bulunuldu. (The imaginative suggestion has been made that living inside houses forced Neolithic peoples to deal in new ways with issues concerning public space, privacy, and hospitality.) Neolitik insanlar halüsinasyon ilaçları kullanmış olabilir ve fermente içeceklerle deneyler yapmaya başladılar. Neolitik Çağ'da cinsiyete dayalı bir işbölümü muhtemelen devam etse de, bahçecilik toplumlarında avcılığın önemini azaltarak daha fazla cinsiyet eşitliğini somutlaştırmış olabilir. Nispeten hareketsiz bir yaşam tarzı, daha yüksek karbonhidratlı bir diyet ve daha erken sütten kesme doğurganlığı artırırken, bebekleri kamptan kampa taşıma yükünden kurtulma, kadınların daha fazla çocuk doğurmalarını ve onlara bakmalarını sağladı. Ve örneğin, hayvanların bakımında veya bahçeye yardımda çocukların ekonomik değerinin Neolitik çağda Paleolitik çağdan daha büyük olduğundan şüpheleniliyor. En azından Avrupa ile ilgili olarak, arkeologlar Neolitik tanrıçalara ve tanrıça ibadetine adanmış kültlerin varlığına dair zorlayıcı iddialarda bulundular. Şüphesiz bazıları kadın olan şamanlar ya da tıp “erkekleri” vardı. Neolitik toplumlar ataerkil kaldılar, ancak erkekler uygarlığın gelişiyle olacakları kadar baskın değildi. Erken Neolitik'te, çok az mesleki uzmanlık, ekmeğini yalnızca zanaat uzmanlığı yoluyla kazanan bireyleri farklılaştırıyordu. Bu durum, daha fazla gıda fazlası ve artan takas, tam zamanlı çömlekçiler, dokumacılar, duvar ustaları, alet yapımcıları, rahipler ve şeflerle daha karmaşık ve daha zengin yerleşimlere yol açtığı için daha sonraki Neolitik tarafından değişti. Toplumsal tabakalaşma, artık üretimin büyümesine ayak uydurdu. Geç Neolitik Çağ'a gelindiğinde, düşük seviyeli hiyerarşik toplumlar, kabile şeflikleri veya antropologların 'büyük adamlar' dediği toplumlar ortaya çıktı. Bu toplumlar akrabalık, sıralama ve bazen büyük yeniden dağıtım şölenlerinde malları biriktirme ve yeniden dağıtma gücüne dayanıyordu.(In the early Neolithic, little or no occupational specialization differentiated individuals who earned their bread solely through craft expertise. This circumstance changed by the later Neolithic, as greater food surpluses and increased exchange led to more complex and wealthier settlements with fulltime potters, weavers, masons, toolmakers, priests, and chiefs.) Liderler artık 5.000 ila 20.000 kişinin kaynaklarını kontrol ediyorlardı. Ancak henüz kral değillerdi, çünkü kendilerine görece az bir şey alıkoymuşlardı ve Neolitik toplumlar gerçekten büyük artıklar üretemeyecek durumdaydılar.(They were not yet kings, however, because they retained relatively little for themselves and because Neolithic societies were incapable of producing truly huge surpluses.) Paleolitik ekonomi ve yaşam tarzıyla karşılaştırıldığında, düşük yoğunluklu bahçeciliğin daha fazla emek gerektirdiği, daha az çeşitli ve besleyici bir diyet ürettiği ve Paleolitik avcılığa göre daha az boş zamana izin verdiği için, Neolitik'e geçişte yaşam standardının gerçekte düştüğü iddia edilebilir. (Paleotik dönemin prime dönemindekinden düşük) Ancak -ve bu birincil avantajdı- Neolitik ekonomiler daha fazla yiyecek üretti ve bu nedenle Paleolitik yiyecek aramadan daha fazla insanı ve daha büyük nüfus yoğunluğunu (mil kare başına yüz kat daha fazla olduğu tahmin ediliyor) destekleyebilirdi. Nüfus genişledi ve Neolitik ekonomi uygun nişleri doldurmak için hızla yayıldı. MÖ 3000'e gelindiğinde, binlerce tarım köyü, genellikle birbirine bir günlük yürüyüş mesafesinde, Yakın Doğu'yu noktalıyordu. Daha zengin ve daha karmaşık sosyal yapılar gelişti, bölgesel kavşaklar ve ticaret merkezleri ortaya çıktı ve geç Neolitik Çağ'da gerçek şehirler ortaya çıktı. Modern Türkiye'deki Neolitik kasaba Çatal Hüyük, MÖ 6000'den kalmadır, ancak klasik örnek, daha önceki ve özellikle zengin Neolitik Jericho kasabasıdır. MÖ 9000'de Orta Doğu'da Jordon Nehri boyunca neolitik yerleşimler ortaya çıktı ve MÖ 7350'de Jericho'nun kendisi, çevredeki hinterlandında sürülere ve arazilere bakan 2.000 veya daha fazla insanın yaşadığı, iyi sulanmış, tuğla duvarlı bir şehir haline gelmişti. Eriha'nın dokuz metre yüksekliğinde ve on metre çapında bir kulesi vardı ve ünlü duvarları üç metre kalınlığında, dört metre yüksekliğinde ve 700 metre çevresiydi. Duvarlar gerekliydi çünkü arkalarında depolanan fazlalık akıncıları cezbetti. Afrika'daki Büyük Zimbabwe'deki (MS 1300 dolayları) daha sonraki duvarlarla çevrili çevre, benzer güçlerin oyunda olduğunu kanıtlıyor. Paleolitik halklar arasında savaş benzeri çatışmalar, kuşkusuz, binlerce yıl boyunca bölge, kadınları yakalamak veya yamyamlık ya da ritüel amaçlar için anlaşmazlıklarda tekrar tekrar meydana geldi. Ancak Neolitik Çağ ile birlikte ilk kez insanlar, çalınmaya ve dolayısıyla korumaya değer fazla yiyecek ve zenginlik üretti. Paleolitik gruplar, etraflarında filizlenen Neolitik ekonomilere uyum sağlamak zorunda kaldılar. Hırsızlık bir alternatifti; yerleşik bir yaşam tarzına katılmak başka bir şeydi. (Thieving was one alternative; joining in a settled way of life was another.)Uzun vadede, Neolitik halklar avcı-toplayıcıları marjinalleştirdi ve onları neredeyse yok olmaya sürükledi. Toplayıcı yaşam tarzının idealize edilmiş anıları, birçok toplumda “Cennet Bahçesi” veya “mutlu avlanma alanları” efsanelerinde iz bıraktı.( Idealized memories of the foraging lifestyle left their mark in “Garden of Eden” or “happy hunting grounds” legends in many societies.)

S53 Yeni bir ekonomik yaşam tarzıyla kutsanmış veya lanetlenmiş insanlar, doğa üzerinde daha fazla kontrol sahibi oldular ve çevreleri üzerinde daha fazla etki yapmaya başladılar. Neolitik dönemin ekolojik sonuçları, evcil olanın vahşi olanın yerini almasını dikte etti ve Neolitik Devrim'in gerçekleştiği yerde geri döndürülemez olduğunu kanıtladı - Paleolitik'e dönüş imkansızdı çünkü Paleolitik habitatlar dönüştürülmüş ve Paleolitik yaşam tarzı artık sürdürülebilir değildi.

S53 Neolitik Devrim, herhangi bir bağımsız “bilimin” yardımı veya girdisi olmadan gerçekleşen tekno-ekonomik bir süreçti. Neolitik'te teknoloji ve bilim arasındaki bağlantıyı değerlendirirken, çanak çömlek, Paleolitik'te ateş yakmaya tam olarak benzer bir örnek sunar. Çömlekçiler sırf çömleklere ihtiyaç duyulduğu ve gerekli zanaat bilgi ve becerilerini kazandıkları için çömlek yaptılar. Neolitik çömlekçiler, kilin ve ateşin davranışı hakkında pratik bilgiye sahiptiler ve zanaatlarının fenomenleri için açıklamaları olsa da, herhangi bir sistematik malzeme bilimi veya teorinin pratiğe ya da daha yüksek bir seviyeye bilinçli bir şekilde uygulanması olmadan çalıştılar. pratik amaçlar için dokunmayı öğrenmek.(they toiled without any systematic science of materials or the self-conscious application of theory to practice or any higher learning to tap for practical purposes.) Sadece yüksek öğrenimin yardımıyla gelişebileceklerini varsaymak Neolitik zanaatları karalamak olur. O halde Neolitik Çağ'da bilim hakkında herhangi bir şey söylenebilir mi? Bir alanda, Neolitik astronomi olarak adlandırılabilecek şeyle ilgili olarak, bir bilim alanındaki bilgi hakkında konuşmakta güçlü bir zeminde duruyoruz. Gerçekten de, pek çok ve muhtemelen Neolitik halkların gökleri, özellikle de güneş ve ayın hareket modellerini sistematik olarak gözlemlediklerini ve mevsimlik takvimler olarak hizmet eden astronomik olarak hizalanmış anıtları düzenli olarak oluşturduklarını kayda değer kanıtlar açıkça ortaya koymaktadır. Neolitik astronomi örneğinde, bilimin tarihöncesiyle değil, tarihöncesindeki bilimle ilgileniyoruz. (In the case of Neolithic astronomy, we are dealing not with the prehistory of science, but with science in prehistory)

S56 İngiltere'nin güneybatısındaki Salisbury Ovası'ndaki ünlü Stonehenge anıtı, en dramatik ve en iyi anlaşılan örneği sunuyor. Şimdi radyokarbon tarihlemesiyle belirlenen Stonehenge, MÖ 3100'den MÖ 1500'e kadar 1600 yıllık bir süre boyunca farklı gruplar tarafından üç ana aşamada aralıklı olarak inşa edildi, bu sırada Bronz Çağı sonunda Salisbury Ovası'nı yıkadı. 'Stonehenge' kelimesi 'asılan taş' anlamına gelir ve devasa taşları taşımak, işlemek ve dikmek, tarih öncesi Britanya'nın Neolitik halkları adına müthiş bir teknolojik başarıyı temsil eder. Stonehenge'i inşa etmek için büyük miktarda emek harcandı - tahminler 30 milyon adam-saat aralığında, bu da yıllık 10.000 kişinin üretken emeğine eşdeğer. Dairesel bir hendek ve 350 fit çapında bir set oluşturmak için 3.500 metreküp toprak kazıldı. Kutsal alanın dışında Stonehenge'in ilk inşaatçıları, 35 ton ağırlığında olduğu tahmin edilen Ökçe Taşı olarak adlandırılan şeyi diktiler. Her biri yaklaşık 5 ton ağırlığındaki seksen iki 'göztaşı', inanılmaz bir 240 kilometre (150 mil) uzaklıktaki Galler'den (çoğunlukla su üzerinde) sahaya getirildi. Stonehenge'in dış taş çemberinin 30 direğinin her biri yaklaşık 25 ton ağırlığındaydı ve halkanın tepesinde dolaşan 30 lento her biri 7 ton ağırlığındaydı. Daha da etkileyici olanı, taş çemberin içinde beş büyük triliton ya da üç taş dev duruyordu. Ortalama triliton direği 30 ton ağırlığındadır ve en büyüğü muhtemelen 50 tonun üzerindedir. (Tersine, Mısır'daki piramitlerin yapımında kullanılan taşlar yaklaşık 5 ton ağırlığındaydı.) Büyük monolitler, eski buzulların eski buzulların sahip olabileceği önerisinde bulunulmasına rağmen, Marlborough Downs'tan karadan 40 kilometre (25 mil) nakledildi. onları en azından kısmen Stonehenge'e taşımaktan sorumluydu. Stonehenge'in mimarları, anıtı gerçek bir daire üzerine yerleştirmiş görünüyorlar ve bunu yaparken bazı pratik geometri ve megalitik avlu denilen standart bir ölçü kullanmış olabilirler. Emek muhtemelen mevsimlikti ve nesiller boyu sürüyordu. İşçileri beslemek için depolanmış bir gıda fazlası gerekliydi ve gıda toplamak ve dağıtmak ve inşaatı denetlemek için nispeten merkezi bir otoriteye ihtiyaç vardı. Neolitik çiftçilik ve çiftçilik toplulukları, MÖ dördüncü binyılda Salisbury Ovası'nda ortaya çıktı ve açıkça gerekli üretkenlik düzeyine ulaştı. Neolitik tarım, daha sonra uygar toplumlar tarafından elde edilen yoğunlaştırma seviyelerine hiçbir zaman ulaşmamış olsa da, Stonehenge ve diğer megalitik (“büyük taş”) yapılar, nispeten düşük yoğunluklu tarımın bile anıtsal yapıyı hesaba katmak için yeterli fazla üretebileceğini göstermektedir. Stonehenge'in astronomik bir cihaz olduğunun kabulü ancak günümüzde doğrulanmıştır. Okuryazar halklar yüzyıllar boyunca Stonehenge ile karşılaştıkça, onu kimin ve neden inşa ettiği konusunda çok sayıda vahşi yorum ortaya çıktı. Monmouth'lu Geoffrey, on ikinci yüzyıl İngiltere Kralları Tarihi'nde Kral Arthur'un sarayından Merlin'in taşları sihirli bir şekilde Galler'den taşımasını sağlar. Diğer yazarlar, Stonehenge'i Romalıların veya Danimarkalıların inşa ettiğini öne sürdüler. Halen geçerli olan bir fantezi, Druidlerin Stonehenge'i bir tören merkezi olarak inşa ettiğini ve kullandığını iddia ediyor. (Aslında Kelt Demir Çağı Druidleri ve kültürleri Stonehenge tamamlandıktan bin yıl sonra ortaya çıktı.) 1950'lerde bile, Salisbury Ovası'ndan Neolitik halkların kendilerinin Stonehenge'den sorumlu olduğu olasılığı netleştiğinde, hatırı sayılır bir direniş vardı. “Uluyan barbarların” böylesine etkileyici bir anıt inşa edebilecekleri fikrine ve bazıları onu Yakın Doğu'dan gezgin müteahhitlerin inşa ettiğini varsayıyordu. Artık tüm bilim adamları, Stonehenge'in Salisbury Ovası halkı tarafından inşa edilen büyük bir tören merkezi ve kült alanı olduğu konusunda hemfikir. Astronomik kullanımları, güneş ve ayın hareketleri etrafında sıralanan bir tören merkezi olarak işlev gördüğünü ve bölgesel bir takvimin temelini oluşturduğunu göstermektedir.

S59 İngiliz antikacı William Stukeley (1687-1765), 1740'ta Stonehenge'in güneş hizalaması hakkında yazan ilk modern kişiydi. Güneş her gün ufukta farklı bir noktadan doğar; bu nokta bir yıl boyunca ufukta ileri geri hareket eder ve her yıl yaz ortasında, Stonehenge'deki kutsal alanın merkezinden bakıldığında güneş, en kuzey noktasında yükselir, bu tam olarak inşaatçıların Topuğu yerleştirdiği yerdir. (The sun rises every day at a different point on the horizon; that point moves back and forth along the horizon over the course of a year, and each year at midsummer the sun, viewed from the center of the sanctuary at Stonehenge, rises at its most northern point, which is precisely where the builders placed the Heel Stone. ) Anıtın yaz ortasındaki gün doğumuna yönelik birincil astronomik yönelimi her yıl onaylanır ve Stuckeley'den beri tartışılmaz. Ancak 1960'larda Stonehenge'in sofistike bir Neolitik astronomik 'gözlemevi' ve 'bilgisayar' olduğu iddiaları üzerine tartışmalar patlak verdi. Bu konu bugün tartışmalı olmaya devam ediyor, ancak Stonehenge için en azından daha büyük astronomik öneme sahip, özellikle de güneşin ve ayın döngüsel hareketlerini izleme konusunda geniş bir anlaşma var. Anıt, her iki gök cisminin ufuk boyunca yükselirken ve batarken mevsimsel hareketlerinin aşırı ve ortalama noktalarını işaretlemek için yapılmış gibi görünüyor. Böylece, Stonehenge'deki anıt sadece yaz gündönümünde güneşin doğuşunu değil, aynı zamanda kış gündönümünde ve sonbahar ve ilkbahar ekinokslarında güneşin doğuşunu da işaret ediyor. Aynı zamanda güneşin bu zamanlardaki ayarlarını gösterir ve ayın daha karmaşık hareketlerini ufuk boyunca ileri geri izleyerek ay hareketi için dört farklı uç noktayı işaretler. Stonehenge'in inşası, güneşin ve ayın on yıllar boyunca sürekli gözlemlenmesini ve ufuk astronomisinde ustalaşmayı gerektiriyordu. Anıt, en erken evrelerinde bile bu tür gözlemleri somutlaştırdı. Kalıntılar, göksel hareketlerin ayrıntılı bilgisine ve yaygın bir “ritüel astronomi” uygulamasına tanıklık ediyor. Megalitik Avrupalıların yaptıklarını düşündüklerine erişimimiz yok; eğer varsa, onların güneş ve ay “teorileri” tamamen fantastik olabilirdi ve muhtemelen açıklamalarını natüralist veya bilimsel olmaktan çok dini olarak nitelendirirdik. Yine de, megalitik anıtlar, göksel hareketlerin düzenliliklerinin anlaşılmasını yansıtmaları ve uzun vadeli sistematik doğa gözlemlerini ifade etmeleri bakımından bilimsel bir yaklaşım içerir. Paleolitik halklar, elbette, güneşin ve ayın periyodik hareketini biliyorlardı, ancak ufuk boyunca bu uzun vadeli hareketleri kaydeden Stonehenge gibi bir Neolitik anıt yaratmak, dikkatli gözlem ve (muhtemelen sözlü) uzun yıllar boyunca, muhtemelen uzun yıllar boyunca kayıt tutmayı gerektiriyordu. nesiller. Bu şekilde Stonehenge'de biriken ve somutlaşan bilgi, o noktaya kadar tarihsel kayıtlarda görülmeyen bir derece organizasyon ve sistemleştirme gerektiriyordu. Her ne kadar dini büyükler, kalıtsal uzmanlar veya bilginin rahip koruyucuları Stonehenge'i inşa etmiş ve yönlendirmiş olsalar da, megalitik anıtların bir profesyonel astronomlar sınıfı için veya daha sonra ilk uygarlıklarda ortaya çıkan türden astronomik araştırmalar için kanıt sağladığını önermek muhtemelen çok ileri gider. . Stonehenge, büyük gök cisimlerinin ve muhtemelen bazı yıldızların ana hareketlerini takip eden bir göksel orrery(güneş sistemi modeli) veya saat olarak düşünülebilir. Buna ek olarak, Stonehenge kesinlikle bir güne kadar doğru ve güvenilir bir mevsimlik takvim işlevi gördü. Bir takvim olarak, Stonehenge güneş yılının kaydını tuttu ve dahası, güneşin yıllık hareketini ayın daha karmaşık periyodik hareketiyle uyumlu hale getirdi. Hatta tutulmaları tahmin etmek için kullanılmış olabilir. Gökleri sistematik olarak gözlemlemek, güneşin ve ayın saat benzeri hareketinde ustalaşmak, takvim üzerinde entelektüel kontrol kazanmak gibi bu anlatım biçimlerinde, Stonehenge'de Neolitik 'astronomi'den söz etmek mümkün ve hatta gereklidir. Astronominin daha da gelişmesi, merkezi bürokratik hükümetlerin himayesinde tam zamanlı uzmanlardan oluşan yazıların ve kohortların(destekçi,taraftar) ortaya çıkmasını bekliyordu. Ancak bu gelişmelerden çok önce, Neolitik çiftçiler gökyüzünün panoramasını sistematik olarak araştırdılar.(Neolithic farmers systematically investigated the panorama of the heavens.)

S60 Dünyanın diğer tarafında, Paskalya Adası'nın (Rapa Nui olarak da bilinir) olağanüstü dev heykelleri, aynı güçlerin oyundaki sessiz tanıklığını sağlar. Paskalya Adası küçük ve çok izole: Güney Amerika'nın 1.400 mil batısında ve en yakın Pasifik adasından 900 mil uzakta 46 mil karelik bir kara parçası. Polinezya halkları, MS 300'den sonra deniz yoluyla Paskalya Adasına ulaştılar ve tatlı patates yetiştirerek, subtropikal bir palmiye ormanında hasat yaparak ve bol denizde balık tutarak zenginleştiler. Ekonomi, yerleşik Paleolitik veya basit Neolitik toplumlarınkiydi, ancak yerel kaynaklar zengindi ve bir bin yılı aşkın yavaş büyüme oranlarında bile, kurucu nüfus kaçınılmaz olarak genişledi ve 1200 ila 1500 CE civarında kültürün zirvesinde 7.000 ila 9.000'e ulaştı. (Bazı uzmanlar rakamı 20.000'in üzerinde olduğunu söylüyor.) Adalılar 250'den fazla anıtsal moai heykelini denize bakan dev tören platformlarına oydu ve dikti. Özellikle, platformlar yerleşik astronomik yönelimlere sahipti. Stonehenge halklarının veya Orta Amerika'nın Olmec'lerinin eserlerini anımsatan ortalama moai, 12 fitten uzun boyluydu, yaklaşık 14 ton ağırlığındaydı ve 55 ila 70 kişilik çeteler tarafından karadan altı mil uzağa nakledildi; birkaç mamut idol, yaklaşık 30 fit yüksekliğe ve 90 tona kadar ağırlığa sahipti. Yüzlerce heykel daha - bazıları önemli ölçüde daha büyük - tüm faaliyetlerin aniden durduğu taş ocağında bitmemiş durumda. Uzaktaki Paskalya Adası, yakacak odun ve denizde giden kanolar için inşaat malzemelerine olan talep nedeniyle, adalıların temel besinleri olan yunus balığı ve ton balığı için balık tutamayacakları için tamamen ormansız hale geldi. 1500'e gelindiğinde, palmiye ağacının ortadan kalkması ve yerli kuş popülasyonlarının yok olmasıyla birlikte, demografik baskılar yıkıcı bir şekilde keskinleşti ve adalılar tavuk yetiştiriciliğini yoğunlaştırdı ve yamyamlığa ve fareleri yemeye başladı. Nüfus, Avrupalılar tarafından 1722'de “keşfedilen” hüzünlü kalıntı, hızla eski büyüklüğünün belki de onda birine düştü. 1887'de orada sadece 100 ruh yaşıyordu. El değmemiş adanın zenginliği, bir insan toplumunun tipik bir şekilde geliştiği zengin kaynaklar sağladı. Neolitik (veya yerleşik Paleolitik) desen. (The wealth of the pristine island had provided rich resources where a human society evolved in a typically Neolithic (or settled Paleolithic) pattern. ) Ancak insan iştahı ve adanın dar ekolojik sınırları, orada gelişen taş işleme, cennete bakma ve odun yakma kültürünün devam etmesine mahkum oldu.(But human appetites and the island’s narrow ecological limits doomed(sonunu getirmek) the continuation of the stone-working, heaven-gazing, and wood-burning culture that evolved there)

S62 Genel olarak, dünyanın dört bir yanındaki Neolitik halklar, güneş ve ayı gözlemleyerek, bu cisimlerin ufuk ve gökyüzü boyunca periyodik hareketini izleyen, yılı ve mevsimleri takip eden ve çok değerli bilgiler sağlayan işaretler, genellikle ufuk işaretleri oluşturdular. erken çiftçi topluluklarına.(and provided information of great value to communities of early farmers.) Bazı durumlarda, yılı hesaplamak ve mevsimleri tahmin etmek için yarattıkları cihazlar oldukça ayrıntılı ve maliyetli hale geldi ve yalnızca tercih edilen yerlerde üretilen fazla zenginlik nedeniyle mümkün oldu. Stonehenge'den önce ve Paskalya Adası'nın yerleşimi ve yıkımından çok önce, belirli daralmış çevrelerde artan nüfus, genişlemiş Neolitik kaynaklara bile baskı yaparak, Mısır, Mezopotamya ve başka yerlerde, insan yaşam tarzının büyük bir teknolojik dönüşümü için sahneyi hazırlıyordu. kentsel uygarlık.(Before Stonehenge and long before the settlement and ruination of Easter Island, in certain constricted environments growing populations pressed against even enlarged Neolithic resources, setting the stage in Egypt, Mesopotamia, and elsewhere for a great technological transformation of the human way of life—the advent of urban civilization.)

S63 Neolitik toplumlar hiçbir zaman krallıkların karmaşıklığına ulaşmadı. Asla büyük şehirler veya saraylar veya tapınaklar gibi büyük kapalı yapılar inşa etmediler; kayıtları tutmak için yazmaya ihtiyaçları yoktu; ve asla bir yüksek öğrenim veya kurumsallaşmış bilim geleneği oluşturmadılar. Bu özellikler ancak Neolitik toplumlar medeniyetler halinde birleştiğinde ortaya çıktı - insanın toplumsal evriminde ikinci bir büyük dönüşüm. Bu devrime genellikle Kent Devrimi veya Kentsel Bronz Çağı Devrimi denir. Adı ne olursa olsun, Yakın Doğu'da yaklaşık 6.000 yıl önce başlayan değişimler, şehirlere, yüksek nüfus yoğunluklarına, merkezi siyasi ve ekonomik otoriteye, bölge devletlerinin kökeni ve örgütlenmesine eşlik eden tüm sosyal ve tarihsel sonuçlarla dolu ilk uygarlıklara yol açtı. karmaşık ve tabakalı toplumların gelişimi, anıtsal mimari ve yazı ve yüksek öğrenimin başlangıcı. (and stratified societies, monumental architecture, and the beginnings of writing and higher learning.) Geçiş, bir başka tekno-ekonomik devrimdi; bu sefer, habitatlarının taşıma kapasitelerine karşı baskı yapan, giderek artan büyük nüfusları sürdürmek için yoğun tarımsal üretim ihtiyacından ortaya çıktı. İnsanlık tarihinde ve teknoloji tarihinde bir bölüm olarak, Kent Devrimi, on sekizinci yüzyıl Avrupa'sında kök salan Sanayi Devrimi'ne kadar sonuçlarında rakipsiz olduğunu kanıtladı. Neolitik bahçıvanlık veya otlaklıktan farklı, yoğunlaştırılmış yeni bir tarım modu, ilk uygarlıkların temellerini sağladı. Bu durumda, basit bahçeciliğin yerini, devlet tarafından istihdam edilen mühendislerin gözetimi altında zorunlu işçi çeteleri (corvée) tarafından bayındırlık işleri olarak inşa edilen ve sürdürülen büyük ölçekli su yönetimi ağlarına dayanan tarla tarımı aldı. Eski Dünya'da, çapa ve kazma çubuğunun yerini öküzle çizilmiş pulluk aldı. Ve geçim düzeyindeki çiftçilik, vergilendirilebilen, depolanabilen ve yeniden dağıtılabilen büyük tahıl fazlalarının (Neolitik dönemlerin en az yüzde 50 üzerinde olduğu tahmin edilmektedir) üretimine yol açtı. Bu karmaşık tarımsal üretim sistemlerini yönetmek için bir firavun veya kralın egemen olduğu merkezi siyasi otoriteler ortaya çıktı. Hidrolik olarak yoğunlaştırılmış tarım (genellikle yapay sulama) ve merkezi bir devlet otoritesi ile birlikte, Kent Devrimi çok daha büyük nüfusları, şehir merkezlerini, ordular, vergi tahsildarları ve polis şeklinde zorlayıcı kurumları, genişletilmiş ticareti, sarayları ve tapınakları, bir rahip sınıfı, dini kurumlar ve yüksek öğrenim. Bürokratik olarak örgütlenmiş bu tür toplumlarda, bilgili yazar kadroları matematik, tıp ve astronomiyi geliştirdi.

S64 Kentsel Devrim, Eski ve Yeni Dünyalar boyunca birden fazla merkezde bağımsız olarak ortaya çıktı. Yoğunlaştırılmış tarıma dayalı merkezi krallıklar halinde birleşen aynı dikkat çekici Neolitik yerleşim modeli, dünya çapında altı farklı bölgede en az altı kez meydana gelir: MÖ 3500'den sonra Mezopotamya'da, MÖ 3400'den sonra Mısır'da, MÖ 2500'den sonra İndus Nehri Vadisi'nde, MÖ 3500'den sonra Mısır'da. MÖ 1800'den sonra Çin, MÖ 500 civarında Mezoamerika ve MÖ 300'den sonra Güney Amerika'da Bu uygarlıkların kökeni ve gelişimi esasen bağımsızdı ve tek bir merkezden yayılmanın sonucu değildi ve bu nedenle bozulmamış uygarlıklar olarak bilinirler. Medeniyet neden bu belirli bölgelerde MÖ dördüncü binyıldan sonra dünya çapında bağımsız ve tekrar tekrar ortaya çıktı? Birkaç açıklama önerildi. Uygarlığa sıçramanın içerdiği kesin süreçler, arkeologlar ve antropologlar tarafından aktif olarak tartışılan araştırma sorularıdır, ancak birçok bilim insanı hidroloji ve ekolojinin önemini vurgular ve büyük ölçekli hidrolik mühendislik projelerinin desteklediği yoğunlaştırılmış tarımın kilit bir unsur olduğunu kabul eder. (but many scholars emphasize the importance of hydrology and ecology, and they recognize that intensified agriculture, abetted by largescale hydraulic engineering projects, was a key element in the formation of large, highly centralized bureaucratic states. ) büyük, son derece merkezileşmiş bürokratik devletlerin oluşumunda. El değmemiş uygarlıkların hidrolojik olarak sıkıntılı bölgelerde, yani yoğunlaştırılmış tarımın başarılı bir şekilde uygulanması için çok az veya çok fazla suyun hidrolik mühendisliği gerektirdiği bölgelerde ortaya çıkmış olması, uygarlığın yükselişini dünya ile ilişkilendiren hidrolik hipoteze uyar. büyük ölçekli hidrolik sistemlerin teknolojisi. Sıcak, tropik veya yarı tropikal bir güneş altında, sulamalı tarım olağanüstü üretkendir ve büyük popülasyonları sürdürebilecek verimler mümkün hale gelir. Silt yüklü nehirler, sulama için su sağlar ve özellikle yapay olarak kontrol edildiğinde etraflarındaki toprakları zenginleştirirler. Sulamalı tarım ve taşkın kontrolü, hidrolik mühendislik çalışmaları ve bunları inşa etmek ve bakımını yapmak ve gerektiğinde ve yerde su dağıtmak için bir miktar toplumsal eylem gerektiriyordu: bataklıkların kurutulması gerekiyordu; barajlar, setler, kanallar, savaklar, kanallar, teraslar, su toplama havzaları ve bentlerin inşa edilmesi gerekiyordu; ve hendeklerin enkazdan arındırılması gerekiyordu. Su anlaşmazlıklarının bir otorite tarafından çözülmesi ve tahıl fazlalarının depolanması, korunması ve yeniden dağıtılması gerekiyordu. Coğrafi ortamın etkileşimli etkileri ve hidrolik tarım teknikleri, otoriter bir devlete yönelik eğilimleri güçlendirdi.

S66 Bu doğrultuda, “çevresel sınırlama” kavramı, anahtar açıklayıcı kavramı sağlar: Medeniyetler, tarih öncesi nehir vadilerinde ve taşkın ovalarında, yoğun tarımın imkansız veya pratik olmadığı, çevresel olarak sınırlı tarım bölgeleri olan taşkın ovalarında ortaya çıktı. Nil Nehri Vadisi gibi bu kısıtlı habitatlarda, genişleyen Neolitik popülasyonlar kısa sürede çöl, katarakt ve denizin getirdiği sınırlara baskı yaparak gıda üretimini yoğunlaştırma baskılarına yol açtı. Savaş kronik hale geldi ve baskınların ötesinde, fetih ve boyun eğdirmeyi içerecek şekilde gelişti, çünkü zaten doldurulmuş bir yaşam alanında mağlup olanlar artık tomurcuklanıp yeni bir tarım topluluğu oluşturamazlardı. Daha önce hem Paleolitik hem de Neolitik Çağ'da, mağlup gruplar genellikle Dicle veya Fırat Nehirleri çevresindeki çevresel olarak kısıtlı alanlarda, Nil Nehri Vadisi'nde ve tarımcıların gidecek hiçbir yeri olmayan başka bir yere taşınabiliyordu. Galipler yalnızca toprağı ve daha küçük sulama işlerini ele geçirmekle kalmadılar, aynı zamanda yoğun tarım sistemlerini sürdürmek için köle ve köylü olarak emekleri karşılığında hayatlarını kurtararak mağlup gruplara boyun eğdirdiler ve egemen oldular. Bu süreç başladığında, birleştirici ve merkezileştirici güçleri destekleyen tarihsel ivme geri döndürülemezdi. Böylece neolitik topluluklar giderek daha fazla katmanlaştı ve bölgesel güçler yerel güçleri kapsadığı için tarımsal bir alt sınıfın komutasındaki baskın bir elit ile sonuçlandı. Bu ekolojik ve demografik koşulların oluştuğu her yerde medeniyet ve devlet defalarca ortaya çıktı. Daha fazla araştırma kuşkusuz bu resmi güçlendirecektir, ancak şimdilik ortak özelliklere sahip ortak bir model açık görünüyor. Tarih, kolaylıkla “birbiri ardına lanet olası şeyler” olarak hicvedilen benzersiz olaylar dizisi olarak düşünülür. Ancak Yakın Doğu'da, Uzak Doğu'da ve Yeni Dünya'da medeniyetlerin tekrarlayan yükselişi, tarihsel kayıtlardaki önemli düzenliliklere tanıklık ediyor. Yukarıda açıklanan model, günümüz Irak'ında Dicle ve Fırat Nehirleri arasındaki taşkın ovasında ortaya çıkan ilk insan uygarlığına hayranlık uyandıracak şekilde uymaktadır. Burası eski Mezopotamya'ydı, 'nehirler arasındaki' ülke. MÖ 4000'de Neolitik köyler Mezopotamya ovasını doldurdu. Yerel yetkililer alt deltadaki bataklıkları kuruttu ve daha sonra nehrin yukarısındaki taşkın ovasına kapsamlı sulama işleri kurdu. Nüfusu 50.000 ila 200.000 arasında olan Uruk, Ur ve Sümer gibi büyük duvarlı şehirler MÖ 3500'den sonra ortaya çıktı ve Sümerlerin hanedan uygarlığı MÖ 2500'e kadar tamamen gelişti. Muhtemelen, Dicle ve Fırat'ın değişken ve öngörülemeyen rotaları ve taşkın düzenleri nedeniyle, Mezopotamya'da Mısır'daki gibi tek bir krallık veya yönetim biçimi hakim değil, daha çok bir dizi şehir devleti ve onlara dayalı imparatorluklar sonraki bin yılda yükselip düştü.

S67 Mezopotamya medeniyeti, Mezopotamya'nın farklı bölgelerinden farklı gruplar kültürel, politik ve askeri yükselişte sıralarını alsa da, binlerce yıl boyunca büyük bir süreklilik göstermektedir. Orta Mezopotamya'nın Babilliler egemen güç haline geldiklerinde, Sümer kültürünün büyük bir bölümünü özümsediler ve Sümer alfabesini kendi dillerini yazmak için uyarladılar. Asur (kuzey Mezopotamya'da bir krallık) bölgeyi kontrol etmeye başladığında, benzer şekilde Babil kültürünün çoğunu emdi.

S68 Bu uygarlıkların tamamı sulamalı tarıma dayalıydı. Ana kanallar 75 fit genişliğindeydi ve yüzlerce bağlantı kanalıyla birkaç mil boyunca uzanıyordu. Tüm Mezopotamya medeniyetleri, tarımsal artıkları toplamak, depolamak ve yeniden dağıtmak için merkezi siyasi otorite ve karmaşık bürokrasiler geliştirdi. Hepsi anıtsal yapılarla karakterize edilir, bunların en önemlisi büyük tuğla tapınak kompleksleri ve zigguratlar olarak bilinen piramitler de dahil olmak üzere. Örneğin, Ur-Nammu'nun Üçüncü Hanedan Ur'un zigguratı (yaklaşık MÖ 2000 yılına tarihlenir), 400'e 200 yarda ölçülerinde daha büyük bir kompleksin parçasını oluşturuyordu. Nebukadnezar'ın kulesi (MÖ 600) 90 metreden (270 fit) yükseldi ve geleneğe göre, Babil Kulesi'nin İncil hikayesinin temeliydi. Mezopotamya uygarlığı ayrıca yazı, matematik ve çok sofistike ve olgun bir astronomi geliştirdi. Eski Mısır, medeniyete giden benzer bir yolu göstermektedir. Nil Nehri Vadisi doğuda ve batıda bir çöl denizi, güneyde dağlar ve kuzeyde Akdeniz ile çevrili bir yeşil şerittir; 12-25 mil genişliğinde ve yüzlerce mil uzunluğunda dar bir şerit oluşturur. Neolitik yerleşimler Nil boyunca çoğaldı ve MÖ altıncı binyılda krallıklar ortaya çıktı; kabaca 3400-3200 BCE'ye kadar yedi hanedan öncesi krallık tanımlanmıştır. (Mısırbilimciler olayların sırası konusunda hemfikirdirler, ancak özellikle erken hanedanlıklar ve Eski Krallık Mısır'ında tarihlendirme konusunda yüzyıllara göre farklılık gösterirler.) Bu dönemde bir zamanlar Kral Menes, Yukarı ve Aşağı Mısır'ın iki krallığını birleştirdi ve böylece ilk Mısır firavunu oldu. ilk hanedan olarak bildiğimiz şeyden. Ve geleneğe göre Menes, Nil'i Teb'de doldurarak hidrolik işleri de organize etti. Bunu Mısır uygarlığının patlayıcı büyümesi izledi. Mısır, Nil'in yıllık taşkınlarını yönetmeye dayalı olarak, Mısır uygarlığının erken yaratımları olan Giza'daki büyük piramitlerde büyük ölçekli yapılar da dahil olmak üzere yüksek uygarlığın tüm izlerini gösterdi. Merkezi otorite, buna paralel olarak erken bir tarihte büyüdü; Mısır ordusunu oluşturmak için 20.000 asker geldi; firavunlar Mısır'daki tüm mülklerin yasal mirasçıları oldular ve 2,5 milyon tabi kiracılarını kesinlikle kontrol ettiler; bürokrasi, yazı, matematik, temel astronomi, gelişmiş zanaatlar ve uygarlığın diğer tüm karmaşıklıkları sırayla kendilerini gösterdiler. İndus Nehri Vadisi'ndeki uygarlık hakkında daha az şey bilinmektedir, ancak tarihsel gelişiminin ana hatları açıktır. MÖ 7000'de İndus boyunca neolitik yerleşimler ortaya çıktı. Medeniyet yerli olarak ortaya çıkmış olabilir veya yeni başlayan bazı özellikleri muhtemelen Mezopotamya'dan yerleşimciler veya tüccarlar ile gelmiş olabilir. Öyle ya da böyle, İndus Nehri Vadisi'nin alüvyonlu taşkın ovası, İndus uygarlığı için vazgeçilmez ortamı sağladı ve sulama tarımı gerekli araçları sağladı. Günümüz Pakistan'ındaki Mohenjo-daro ve Harappa şehirleri MÖ 2300'e kadar uzanıyor. Bilindiği gibi Harappan uygarlığı daha sonra iç bölgelere ve Arap Denizi kıyılarına yayıldı. İndus Nehri Vadisi halkları kurak ovalarda çiftçilik yaptı ve şehirleri düzensiz, silt yüklü sellere karşı korumak için setler inşa ettiler. Güçlü bir merkezi hükümetin göstergesi olan Harappan kasabaları, düzenli sokakları ve blokları, kuleleri, tahıl ambarları ve kanalizasyonları ve tüm uygarlık tuzakları ile katı bir şekilde planlanmış duvarlarla çevrili topluluklardı. Örneğin Mohenjo-daro'nun merkezinde, 40 fit yüksekliğindeki tuğla tümseğiyle çevrili bir kale (200 × 400 yarda) duruyordu. İçinde, Büyük Hamam 12 metre uzunluğunda, 7 metre genişliğinde ve neredeyse 3 metre derinliğinde insan yapımı bir havuza sahipti ve arkeologlar rahiplerin ikametgahları ve bir toplantı salonu olabileceğini belirlediler. Mohenjo-daro'nun nüfusunun 40.000 olduğu tahmin ediliyor; Harappa 20.000'de.

S70 Harappan metalürji uzmanları bakır, bronz, altın, gümüş, kalay ve diğer metalleri kullandılar; çömlekçiler sırlı çömlekler ürettiler; ve yazma ve yüksek öğrenim gelişti. Sınırlı kanıtlar, güçlü bir rahip-bürokratik-askeri sınıfa sahip otoriter rejimlerin erken bir dönemde bile komutayı elinde tuttuğunu göstermektedir. Ancak MÖ 1750'den sonra İndus'un orijinal kentsel kültürü, muhtemelen İndus Nehri'nin değişen seyri de dahil olmak üzere iklim ve ekolojik faktörler nedeniyle azaldı. Çin'de benzer bir model Sarı Nehir (Hwang-Ho) boyunca kendini tekrarladı. MÖ 2500'e kadar binlerce Geç Neolitik köy nehir boyunca yayıldı ve sulama tarımı uygulanmaya başladıkça krallıklar ortaya çıktı. Yarı efsanevi ilk hanedanın (Xia) varsayılan kurucusu olan Büyük Yü, Çin'de “suları kontrol eden” hükümdar olarak efsanevidir. Çin uygarlığının belgelenmiş başlangıcına işaret eden Shang (Yin) hanedanı (MÖ 1520–1030), kapsamlı sulama çalışmalarıyla kendisini Sarı Nehir ovasının efendisi yaptı. Daha sonra mühendisler, daha güneydeki Yangtze Nehri'ne sulama teknikleri getirdiler. Pirinç ekimi, Çin'in uzak güneyinden kuzeye doğru yayıldı ve pirinç üretimi, önemsiz olmayan hidrolik kontrol gerektiriyor. Çin tarihi boyunca hükümetin rollerinden biri su işleri inşa etmek ve bakımını yapmaktı; Sonuç olarak, setler, barajlar, kanallar ve yapay göller (165 dönümlük Quebei Gölü gibi) Çin genelinde çoğaldı. Kasıtlı hükümet politikaları su koruma ve tarımsal iyileştirme de drenajı içeriyordu. Bu enstalasyonları gerçekleştirmek için köylülükten büyük angarya emeği alındı. İlk Çinliler koruyucu duvarlar, saraylar ve tören merkezleri olan şehirler inşa ettiler. Toplumları oldukça tabakalı hale geldi; Çin imparatorları yüksek rahipler olarak işlev gördü ve imparatorun maiyetini de içeren kraliyet cenazelerine büyük önem verildi, yüzlerce kişi ona eşlik etmek için kurban edildi. Çin ilk olarak MÖ 221'de birleştirildi ve emsalsiz otorite, kraliyet mahkemeleriyle bağlantılı ayrıntılı ve zorlu bir bürokrasi tarafından idari olarak desteklenen imparatorda merkezileşti. İmparatorun kontrolü altındaki Çin'in nüfusu, ortak çağın başlangıcında 60 milyon olarak tahmin ediliyor. Erken Çin devleti tahıl ambarları inşa etti ve sürekli ordular kurdu. Yetkililere yatırılan idari gücün sembolü olan bronz tripod ile sofistike bronz metalurjisi de uygulandı. Anıtsal yapıya gelince, hidrolik işlere ek olarak, Çin Seddi tarihin en büyük inşaat projesi olarak selamlandı. Çin Seddi'nin ilk 1.250 milinin (bozkır ve ekilebilir arazi arasındaki ayrım üzerinde) inşaatı MÖ dördüncü ve üçüncü yüzyıllarda başladı ve Çin'in ilk birleşmesi ile aynı zamana denk gelen MÖ 221-207'de tamamlandı. (Daha sonraki tarihsel zamanlarda Çin savunma duvarlarının toplam uzunluğu 3.000 milin üzerine çıktı.) Hangchow'dan Pekin'e 1.100 mil uzanan iç su yolu olan Büyük Kanal (başlangıçta MS 581-618'de inşa edildi), anıtsal bir başka örnek olarak anılmayı hak ediyor. Çin uygarlığı ile ilişkili bina. 2 milyon işçinin telef olabileceği projede yaklaşık 5,5 milyon kişi çalıştı. Yazı, matematik ve astronomi, daha az karakteristik olmayan bir şekilde Çin uygarlığının bir parçası haline geldi.

S71 Eski ve Yeni Dünyalarda medeniyetlerin ayrı ve bağımsız yükselişi, insanın sosyal ve kültürel gelişiminde büyük bir deneyi temsil eder. Yeni Dünya'daki hareketlere rağmen, özellikle sığır, tekerlek ve sabanın yokluğu, Batı Yarımküre'de medeniyetin bağımsız görünümü ve su yönetiminin gerekli olduğu bölgelerdeki bozulmamış medeniyetler arasındaki derin paralellikler, hidrolik hipotezi ve tarihteki düzenliliklerin insan varlığının maddi ve teknik temellerinden kaynaklandığı görüşü. (The separate and independent rise of civilizations in the Old and New Worlds represents a great experiment in human social and cultural development. Despite departures in the New World, notably the absence of cattle, the wheel, and the plow, the independent appearance of civilization in the Western Hemisphere and the deep parallels among pristine civilizations in regions where water management was necessary lend support to the hydraulic hypothesis and the view that regularities in history derive from the material and technical bases of human existence. )Son bulgular, insanların Amerika kıtasına girdiğini ve en az 12.500 yıl önce güney Şili'ye doğru avlanıp toplandıklarını doğruladı. Orta (veya Orta) Amerika'da, Paleolitik avcı-toplayıcılar, MÖ 1500'e kadar tamamen yerleşik Neolitik köylere yol açtı. MÖ 1000'e kadar Orta Amerika'nın nemli ovalarını ve kıyı bölgelerini giderek karmaşıklaşan Neolitik yerleşimler doldurdu. Olmec kültürü MÖ 1150'den 600'e kadar iç kesimlerde Meksika Körfezi'ne akan nehirler boyunca gelişti ve bazen ilk Amerikan 'medeniyeti' olduğu söylenir. Ama aslında Olmecler, Stonehenge'deki megalitik kültürle karşılaştırılabilir yüksek bir Neolitik aşamada olmuş gibi görünüyor. Olmec “kasabaları” 1.000'den az nüfusa sahipti. Yine de, mezar höyükleri olan tören merkezleri inşa ettiler ve bir rapora göre, ağırlığı 20 tondan fazla olan ve 100 mil taşınan devasa Olmec taş başlarıyla tanınıyorlar. Bir takvim geliştirdiler ve gerçek uygarlığın kökenlerini düşündüren hiyeroglif yazısı geliştirdiler. Olmecler MÖ 600'den sonra gerilediler, ancak daha sonra Amerikan uygarlıklarının üzerine inşa ettikleri daha eksiksiz kültürel modeller sağladılar. MÖ 500 civarında kurulan Yeni Dünya'daki ilk gerçek şehir, Orta Meksika'daki yarı kurak Oaxaca Vadisi'ne bakan Monte Albán'dı. Vadide küçük ölçekli sulama tarımı uygulandı ve Monte Albán, muhtemelen üç bölgesel gücün konfederasyonunu veya birleştirilmesini Zapotec uygarlığına dönüştüren planlı bir şehirdi. Mühendisler, astronomik olarak yönlendirilmiş büyük bir akropol, taş tapınaklar, piramitler ve bir top sahası için dağın tepesini düzleştirdi. Kenti iki mil uzunluğundaki taş duvarlar çevreliyordu; MÖ 200'e kadar orada 15.000, MS sekizinci yüzyılda 25.000 kişi yaşıyordu. Daha sonraki düşüşünden önce, Zapotek yazıcıları hiyerogliflerle yazdı ve karmaşık bir takvime sahipti. Monte Albán ile birlikte var olan, ancak ondan daha büyük olan devasa Teotihuacán şehri, MÖ 200'den sonra modern Mexico City yakınlarındaki kuru Teotihuacán Vadisi'nde ortaya çıktı. Kentin 300-700 CE döneminde zirvedeki nüfusu için tahminler 125.000 ila 200.000 arasında değişir, bu da onu Mesoamerica'daki en büyük ve en güçlü kentsel merkez yapar; 500 CE'de dünyanın en büyük beşinci şehriydi ve birkaç yüz yıl boyunca dünyanın en büyük kentsel merkezlerinden biri olarak kaldı. Astronomik olarak yönlendirilen planlı Teotihuacán kasabası sekiz mil kare kapladı ve ana cadde üç milden fazla uzanıyordu. En büyük yapı, yaklaşık 200 fit yüksekliğinde, 35 milyon fit küp hacminde ve tepesinde bir tapınak bulunan devasa basamaklı bir piramit olan devasa Güneş Tapınağı idi. Teotihuacán'da 600 başka piramit ve tapınak ve birkaç bin apartman kompleksi vardı. Diğer erken uygarlıklarda olduğu gibi, hidrolik işler ve sulama tarımı Teotihuacán'ı mümkün kıldı. Mevsimsel olarak su basan üst vadideki tarım arazisine ek olarak, Teotihuacános kanallar inşa etti ve aşağı vadide San Juan Nehri boyunca kapsamlı, kalıcı sulama işleri kurdu. Teotihuacán'ın kendisi nehir, kanallar ve rezervuarlar tarafından iyi bir şekilde su ile beslendi. Oldukça gelişmiş bir obsidyen ticareti üzerindeki kontrol, şehrin refahını da artırdı. Arkeologların devasa bir kraliyet sarayı ve büyük bir bürokratik/idari merkez olarak tanımladıkları şey, hem aşırı sosyal ve ekonomik tabakalaşmaya hem de gücün kraliyet/rahip otoritesinde merkezileşmesine tanıklık ediyor. Teotihuacán uygarlığı zirvedeyken tüm Meksika Vadisi'ne hakimdi.(At its height the civilization of Teotihuacán dominated the whole Valley of Mexico.)

S73 Orta Meksika'nın kuru vadilerindeki uygarlıkla eş zamanlı olan Maya uygarlığı, Mezoamerika'nın ıslak ovalarında yükseldi ve MÖ 100 ile MS dokuzuncu yüzyıl arasında bin yıl boyunca gelişti. 1970'lere kadar Maya uygarlığının arkeolojisi, uygarlık ile suların ehlileştirilmesi arasındaki herhangi bir bağı gözden düşürüyor gibiydi. Ancak, modern Belize'deki Pulltrouser Bataklığı'nda 741 akrelik kapsamlı Maya mühendislik tesislerinin keşiflerinden sonra Maya çalışmalarında yorumlayıcı bir devrim yaşandı. Ova Maya tarımının sorunu, Mısır'daki gibi çok az su değil, çok fazla suydu. Bu, Maya'nın aralarında kanallar ve drenaj kanalları olan yükseltilmiş tarlaları (3 fit yüksekliğinde, 15-30 fit genişliğinde ve Pulltrouser'de 325 fit uzunluğunda) yetiştirerek üstesinden geldiği bir sorundu. Çalışmalar, tarlalardaki suyu boşalttı, kanallardaki pislik gübre görevi gördü ve sistem genel olarak, büyük popülasyonları desteklemek için yeterli artıklar üretebildiğini kanıtladı. Ve inşa etmek ve sürdürmek için toplu çaba gerekiyordu. Yoğunlaştırılmış sulak alan tarımının ayırt edici Maya biçimi şimdi Maya uygarlığının hidrolik temellerini ortaya koyuyor. En büyük Maya şehri, MS 800 civarında yıkılmadan önce 77.000 nüfusa sahip olan Tikal'di. Klasik Maya Dönemi'ndeki nüfus yoğunluğunun, bugün Orta Amerika'nın kalan ormanlarında desteklenenden 10 ila 15 kat daha fazla olduğu tahmin edilmektedir. Anıtsal yapı Maya şehirlerine, özellikle tapınak platformlarına ve zigguratlara benzeyen büyük basamaklı piramitlere, tepesinde bir tapınağa giden bir merdivenle egemen oldu. Siyasi otorite soylu sınıflarda ve Maya krallarında merkezileştirildi. Ve Maya, Amerika'daki herhangi bir uygarlığın en gelişmiş matematiksel, takvimsel ve astronomik sistemlerini geliştirdi. Güney Amerika'da medeniyetin yükselişinde, model bir kez daha kendini tekrar ediyor. Toplu olarak milyonlarca dönümlük bir alanı kaplayan Peru sulama sistemleri, Batı Yarımküre'deki en büyük arkeolojik eseri(artifact) temsil ediyor. And Dağları'ndan Pasifik'e kurak bir kıyı ovası boyunca akan birçok kısa nehrin şimdi Nil Nehri'nin ekolojik eşdeğerini oluşturduğu görülüyor. Bu aşırı kuru kıyı vadilerinin altmıştan fazlasında erken köy yerleşimleri ortaya çıktı ve burada gelişen medeniyetleri desteklemek için giderek daha ayrıntılı ve iyi tasarlanmış sulama sistemleri gerekli hale geldi. Örneğin, Chimu halkının sulama kanallarından biri 44 mil koştu; Chan-Chan'daki sermayeleri yaklaşık yedi mil kareyi kapsıyordu. Moche uygarlığı, mevcut sulama sistemlerine katılarak, MÖ 100'den sonra Moche Nehri Vadisi'nden genişledi ve nihayetinde 250 millik çöl kıyı şeridini ve 50 mil iç karayı işgal etti. Pampa Grande'deki Moche şehir merkezinin nüfusu 10.000'di ve 147 milyon kerpiç tuğladan yapılmış Huaca del Sol piramidi 135 fit yükseklikteydi. Moche uygarlığı dokuz yüzyıl boyunca ayakta kaldı. Güney Peru'da, Titicaca Gölü çevresindeki yaylalarda başka bir uygarlık merkezi ortaya çıktı. Orada, patates yetiştiriciliğine dayanan, Mayaların ıslak tarımına benzer, yükseltilmiş ve çıkıntılı tarlalardan oluşan verimli bir tarım sistemi, bir dizi uygarlığı ateşledi. Bir rapor, dağ şehri Tiwanaku'nun nüfusunu, şehrin zirvesinde MS 375 ile 675 yılları arasında 40.000-120.000 olarak gösteriyor. Sonraki İnkalar, öncekilerden daha büyük ölçekte sulama işleri kurdular ve su yönetimini uyguladılar ve askeri olarak İnkalar, kıyı ovalarının ve dağlık alanların üretken kaynaklarını birleştiren ilk kişilerdi. On beşinci yüzyıldaki zirvesinde, İnka imparatorluğu 2.700 mil genişletti ve 6 ila 8 milyon insanı (bazıları 10 milyon diyor) içeriyordu. Anıtsal yapı, enfes harçsız taş işçiliği ve su temini ve drenaj sistemleriyle İnka'nın başkenti Cuzco'da, dik teraslı tarlalarıyla uzak Machu Picchu'da ve İnka imparatorluğunu birleştiren inanılmaz yol sisteminde daha iyi temsil edilmektedir.

S74 Biri kıyıda, biri dağda olmak üzere iki yol sistemi her biri 2.200 mil koştu(uzunluğunda) ve İnkalar toplamda 19.000 mil yol ve yol (path and road)inşa etti, metal aletler olmadan elde edilen devasa bir mühendislik başarısı. Devlet, ayrıntılı bir tahıl depolama tesisleri ve yeniden dağıtım mekanizmaları sistemi sürdürdü. İnka imparatoru, eski Mısır'a despotizmde rakip olan mutlakiyetçi bir devletin kutsal odağıydı ve Mısır firavunları gibi, Peru'daki ölü İnka imparatorları da mumyalanır ve tapılırdı. Böylece, Kent Devrimi defalarca büyük ölçekli hidrolik mühendisliğine dayanan medeniyetler üretti ve insan varlığını Neolitik köklerden defalarca dönüştürdü. Eski Amerikan uygarlıklarının ve Eski Dünya'nın benzerlikleri sıklıkla fark edilmiş ve bazen Eski Dünya'dan Yeni Dünya'ya yayılmaya atfedilmiştir.(attribute). Ancak bu paralellikleri(benzerlikler) açıklamak için uzay ve zaman boyunca egzotik temasa başvurmak yerine, benzer maddi, tarihsel ve kültürel koşulların benzer medeniyetler ürettiğini söylemek daha az dikkate değer olmaz mı?

S75 Yeni sulama ve tarla tarımı teknolojilerine dayanan kentsel uygarlığın dünya çapındaki yükselişi, teknoloji tarihinde ve genel olarak insan ilişkilerinde temel ve geri dönüşü olmayan bir dönüm noktasına işaret ediyor. En azından Eski Dünya'da bronz metalurjisi de dahil olmak üzere, uygarlığın yükselişine bir dizi yardımcı teknoloji eşlik etti. Bakır eritme Kalkolitik veya Bakır Çağı ilk olarak MÖ 5000-3500 döneminde geldi. Bronz (kalayla alaşımlı bakır) ustalığı, bundan sonra Bronz Çağı olarak yeni uygarlığa adını verir. Metaller, alet ve silah olarak taşa göre çeşitli avantajlar sunar ve uzun vadede metaller taşın yerini alır. İlk kez bozulmamış medeniyetlerde uygulandığı şekliyle metal işleme, cevher madenciliği, eritme ve çekiçleme veya ürünü faydalı alet ve nesnelere dökme dahil olmak üzere karmaşık bir dizi teknolojiyi bünyesinde barındırır; ve bronz metalurjisi, sıcaklıkları 1100°C'ye yükseltmek için körüklü fırınlar gerektirir. Yeni Dünya'da bronz, aletler için kazma çubuğunun, taş çekiçlerin, keskilerin veya obsidiyen bıçağın yerini almadı, ancak yine de dekoratif ve süs amaçlı olarak gelişmiş altın ve gümüş metalurjisi geliştirdi. Peru'daki Kolomb öncesi Kızılderililerin sofistike altın işçiliği haklı olarak ünlüdür ve Chimu metalürjistleri, görünüşe göre, kimyasal olarak altının elektrolizlenmesine eşdeğer teknikler kullanmışlardır. Sofistike metal işçiliği, MÖ birinci binyılın başlarında Sahra altı Afrika'da ortaya çıktı; Benin İmparatorluğu'nun metalürji uzmanları, silah ve ticaret için demir eritmeye ve dövmeye ek olarak, zarif bronz hatıra plakları ve diğer nesneleri dökmek için kayıp balmumu tekniklerini kullandılar. Metal aletlerin üstünlüğü -önce bronz ve MÖ 1200'den sonra demir- özellikle silahların erken uygarlıkların manzarasını değiştirmesi gibi. Maden kaynakları üzerindeki kontrol böylece erken uygarlıklarda önemli hale geldi. Sina bakır madenleri Mısır firavunları için büyük önem taşıyordu; bronz yapmak için kalay, Yakın Doğu'da uzun mesafeler boyunca taşınmak zorundaydı; ve belirtildiği gibi, Mesoamerica'da gelişmiş bir obsidyen ticareti. Artan ticaret ve genişleyen ekonomik faaliyet, erken uygarlıkların ayırt edici özellikleri arasında öne çıkıyor. Mesleki uzmanlaşma ve keskinleşmiş bir işbölümü aynı şekilde uygar yaşamı en başından itibaren karakterize etti. Zanaat üretimi artık yalnızca yarı zamanlı veya ev tipi bir üretim sistemi olarak sürdürülmüyordu, daha ziyade, uygulayıcıları günlük ekmeklerini öncelikle zanaat becerilerinin pratiği karşılığında kazanan özel zanaatların işi haline geldi. İlk şehirlerin belirli 'endüstriyel' bölgeleri, görünüşe göre belirli zanaat ve zanaat uzmanlarına verildi. Taş ocakçılığı, madencilik, altın ve metal işleme, tekstil ve boyama, papirüs kağıdı yapımı ve daha binlerce yeni uzmanlık ortaya çıktı ve o sırada oluşan karmaşık toplumların korunmasına yardımcı oldu. Bronz Çağı'nın yeni teknolojileri arasında, ünlü Hammurabi Yasası'nın birahaneleri ayrıntılı olarak düzenlediği Mezopotamya'da dikkate değer bir faaliyet haline gelen ekmekten bira üretimi de sayılabilir. Aynı şekilde İnka Peru'da, sarhoş edici içeceklerin törensel tüketimi, devlete ait bitkisel proteinin yeniden dağıtılması anlamına geliyordu.

S76 Devlet düzeyindeki medeniyetlerin yükselişinin bir özelliği olarak, insanlar iş yapmak için yeni enerji ve güç kaynaklarından yararlanmaya başladılar. Sabanı çekmek için öküzün (iğdiş edilmiş boğa) kas gücü uygulanmış ve at evcilleştirilerek insanlığın hizmetine girmiştir. MÖ 2. binyılın Hititleri, Anadolu'da önce atı ve eşeği tekerlekli bir arabaya bağladılar, böylece savaş arabasını yarattılar ve Yakın Doğu'da savaşı dönüştürdüler. Deve, MÖ 3000 gibi erken bir tarihte Afrika'da evcilleştirilmiş ve gerekli ulaşımı sağlamaya başlamış olabilir. Güney Amerika'daki lama, Hindistan ve Güney Asya'daki fil de öyle. Rüzgar enerjisi, medeniyetin yükselişiyle ilk kez yararlanılan yeni bir enerji kaynağı haline geldi. Özellikle Nil Nehri, akıntının kuzeye doğru esmesi ve hakim rüzgarların güneyden esmesiyle, yelkenli tekneler için bir otoyol ve eski Mısır'ın birliğine katkıda bulunan bir faktör haline geldi. Mezopotamya ile İndus Nehri Vadisi arasındaki suları katlamak için tekneler de geldi. Kölelik, medeniyetle aynı zamana denk geldi ve angarya, kölelikten daha az zorlayıcı olmakla birlikte, insanların insani kullanımıyla ilgili aynı kategoriye girer. Piramitler, piramitler, tapınaklar ve saraylar şeklindeki anıtsal mimari, yüksek uygarlığın teşhisidir ve teknoloji tarihinde, yalnızca bir dizi olağanüstü teknik başarı olarak değil, aynı zamanda mimarlık kurumu ve pratiğinin göstergesi olarak da dikkate değerdir. mühendislikle ilgili el sanatları ve zanaatlar geliştirdi. Mısır piramitleri, erken bir uygarlığın anıtsal yapısının klasik örneğini sağlar. Vaka iyi belgelenmiştir ve tarım, medeniyet ve Kent Devrimi ile ilgili şimdiye kadar gündeme getirilen temaları kapsamaktadır. Önce Giza'daki Büyük Piramidin enginliğini düşünün. Dördüncü Hanedanlığın ilk firavunu olan Khufu (Cheops) tarafından MÖ 2789 ve 2767 (veya muhtemelen 2589-2566 BCE) arasında piramit inşa döneminin zirvesinde Nil'in batı kıyısında inşa edilen Büyük Piramit en büyük katıdır. - şimdiye kadar yapılmış taş yapı: toplam ağırlığı 6 milyon ton olan, her biri ortalama 2.5 ton olan 2.3 milyon bloktan oluşan inanılmaz bir 94 milyon fit küp duvardan oluşuyor; 210 sıra taşta 13.5 dönümlük bir alanı kaplar ve 485 fit yüksekliğinde ve bir tarafta 763 fit durur; odalar, payandalar ve geçitler içerdedir. Cilalı taşla kaplanmış yapının ölçeği - bitmiş yapının güzelliğinden bahsetmiyorum bile - Büyük Piramidin inşa edilmesinden bu yana yaklaşık beş bin yıllık insanlık tarihinde aşılmamıştır.(the scale of the construction—not to mention the beauty of the finished structure —has not been surpassed in the nearly five millennia of human history since the Great Pyramid was built.)

S77 Mısırlı İmhotep (MÖ 2635–2595), üçüncü hanedan kralı Djoser'e mühendis ve baş mimar olarak hizmet etmesiyle ünlüdür. Imhotep, Djoser'in mezarı olarak hizmet veren Saqqara'da Basamak Piramidi'ni inşa etti. Imhotep'in adını biliyor olmamız veya MÖ üçüncü binyılda Djoser yönetiminde böyle bir pozisyonun olması, uygarlığın katılaşması, merkezi otoritenin gelişimi ve özellikle anıtsal alanlarda uzmanlık ihtiyacı ile ilgili derin değişiklikleri ortaya koyuyor. bina. Imhotep gibi, Büyük Piramidi ve onun gibilerini inşa eden mimarlar ve mühendisler, bazı temel ve bazı temel olmayan pratik matematiğe komuta ettiler. Tasarım ve malzeme gereksinimleri, tam olarak kuzey-güney ve doğu-batı hizalaması gibi bu tür bir uzmanlık gerektiriyordu. Devletin uzman temsilcileri olan eski Mısırlı mühendisler ve mimarlar, matematiği anladılar ve mükemmel piramitlerin zarafetini takdir ettiler, ancak Mısır piramitlerinin (ve genel olarak anıtsal yapının) öncelikle muazzam mühendislik başarıları olarak görülmesi gerekiyor.

S78 MÖ beşinci yüzyılda yaşamış Yunan tarihçi Herodot'un bir raporuna göre, 100.000 kişi Büyük Piramidi inşa etmek için yirmi yıl boyunca çalıştı; belki de yıl boyunca şantiyede 4.000–5.000 zanaatkar çalıştı. Piramit yapım teknikleri artık iyi anlaşılmıştır ve taş kaldırmak için dirsekli bir makinenin olası kullanımı dışında, Neolitik yapı tekniklerinde bulunanlarla karşılaştırıldığında kategorik olarak yeni inşa yöntemleri geliştirilmemiştir. Basit araçlar ve pratik prosedürler günü taşıdı, ancak uygarlığın yeni güçlerinin karakteristiği olarak, büyüklük sırasına göre daha fazla insan konuşlandırıldı ve inşaat, Neolitik yerleşim yerlerine göre çok daha hızlı tamamlandı. Böyle olağanüstü bir anıt Mısır çölünde birdenbire ortaya çıkmadı. Aksine, Büyük Piramit, Mısır tarım devletinin büyümesi ve genişlemesi ile aynı zamana denk gelen piramit inşasının açık bir ilerlemesini doruğa çıkarır. Büyük Piramidin ve ondan önceki ve sonraki piramitlerin neden inşa edildiğini açıklamak için birkaç hayali teori öne sürüldü, ancak bu yapıların firavunların mezarları olarak işlevi, onların tek amacı olmasa bile reddedilemez görünüyor. Ancak bir sorun var: En azından bazı dönemlerde yeni piramitlerin sayısı firavunların sayısını aştı; ve birkaç piramit aynı anda tek bir firavun tarafından inşa edildi. Üstelik, gerçekten anıtsal piramitlerin çoğu, bir yüzyıldan biraz fazla bir süre içinde Üçüncü Hanedanların sonlarında ve Dördüncü Hanedanların başlarında ortaya çıktı. Bir hesaba göre, MÖ 2834 ile 2722 yılları arasında 112 yılda dört nesilde altı firavun on üç piramit inşa etti. Açıkça, Mısır piramitlerinin olağanüstü sosyokültürel ve teknolojik fenomenini açıklamak için ölüleri gömmekten daha fazlasına ihtiyaç var. Piramit inşaatının mühendislik bakış açısından bir açıklaması, piramit inşaatının en parlak döneminde Nil'in batı kıyısında gerçekleşen aşağı yukarı sürekli inşaatı açıklamaya çalışır. Bu yorumda piramit inşası, devlet idaresinde bir egzersiz olarak başlı başına yürütülen bir faaliyetti. İlk piramitlerin sırası, tarımsal sezon dışı dönemlerde nüfusu harekete geçirmek ve eski Mısır'daki devlet fikrini ve gerçekliğini pekiştirmek için tasarlanmış dev kamu işleri projelerinden oluşuyordu. Birden fazla piramit aynı anda ortaya çıktı çünkü bir emek havuzu -ve kesinlikle giderek daha büyük bir emek havuzu- mevcuttu ve piramitlerin geometrisi, bir piramidin tepesine yakın yerlerde, alt kısımda olduğundan daha az işçiye ihtiyaç duyulduğunu ve dolayısıyla emeğin transferine izin verdiğini dikte ettiğinden. yeni başlayan projelere. Anıtsal yapı, bu nedenle, erken Mısır devleti tarafından bir tür kurumsal kas esnetme, bugünkü silah endüstrisine veya 1950'lerde ve 1960'larda Amerika Birleşik Devletleri'nde Eyaletler Arası Otoyol Sisteminin inşasına benzer bir kamu çalışması ve refah projesiydi.

S79 Bu argümanın mühendislik anahtarı iki özel piramitten geliyor. İlki, MÖ 2837 ile 2814 yılları arasında 24 yıl hüküm süren firavun Huni (Uni) tarafından başlatılan ve oğlu Sneferu tarafından devam ettirilen Meidum'daki piramit. Meidum piramidi 80 fit yüksekliğinde ve 130 fit yan tarafında koşuyordu. Dik, eğimli kenarları olan ve görünür basamakları olmayan ilk gerçek piramit olacaktı. Ancak, Meidum'daki piramit, bir mühendislik felaketi ve anıtsal bir yapısal başarısızlık olduğu ortaya çıktı, çünkü dış taş kaplama piramidin iç çekirdeği etrafında moloz içinde çöktü. 54 derecelik aşırı eğimle tasarlanan yıkık harabe, gezgin tarafından hala görülebilir. Söz konusu ikinci piramit, yine Kral Sneferu tarafından inşa edilen Dashur'daki “Bükülmüş” piramittir. 335 fit yüksekliğinde, bir yanda 620 fit ve 50 milyon fit küp hacme sahip devasa bir piramittir. Olağanüstü bir şekilde, Bent piramidi, Meidum gibi, alt yarısında 54 derece ve üstte 43 derece olacak şekilde gerçekten bükülmüş, açılıdır. Meidum'daki piramit başarısız olduğunda, mühendislerin önlem olarak hala yapım aşamasında olan Bent piramidinin eğimini azalttığı varsayılır. Sneferu tarafından inşa edilen bir sonraki piramit olan Kırmızı piramit, 43 derecelik daha güvenli eğimi korudu. (Büyük Piramit ve sonraki piramitler, 50 derecenin üzerinde artan yükselmelere geri döndüler, ancak gelişmiş iç payanda teknikleri kullandılar.) Genel noktayı kabul etmek için her ayrıntıyı takip etmek zorunda değilsiniz. Mısır piramitleri, devlet tarafından yürütülen büyük inşaat projeleriydi. Nil taşkınları sırasında yılda üç ay boyunca mevsimlik olarak kullanılabilen boşta kalan tarım işçilerinin fazlası, emek havuzunu sağladı. (Tarımsal üretkenlik bu nedenle piramit inşası için emek talebinden etkilenmedi.) Bir zamanlar yaygın olan inancın aksine, piramitleri zorla köle işçi çalıştırmadı, ancak emek zorunlu hale getirildi (bugünkü askere alma gibi) ve işçi çetelerinde örgütlendi. İşçiler, devlet tahıl ambarları tarafından sağlanan yiyecekleri aldı ve tamamlanan piramitler, ayrılan firavunlar için mezar görevi gördü. Kaçınılmaz olarak, ayrıntılı teolojiler, rahip törenleri ve yardımcı teknolojiler (mumyalama gibi) firavunları gömmek etrafında büyüdü. Ancak piramitler inşa edilirken, etkisi Nil Nehri Vadisi'nde sulamalı tarım ekonomisinin korunmasına yardımcı olan ve merkezileştirici siyasi ve sosyal güçleri, özellikle de devleti destekleyen, öncelikle devasa bayındırlık projeleri olarak işlev gördü. Gerçekten de, piramit inşasının en parlak dönemi, Eski Krallık Mısır'ında siyasi merkezileşmenin en parlak dönemiydi. Piramitler, devlet inşasında hem sembolik hem de harfi harfine alıştırmalardı.(The pyramids were symbolic as well as literal exercises in state building.)

S82 Daha önce sözü edilen en eski uygarlıkların bir özelliği, yüksek öğrenimin -yazma, kayıt tutma, edebiyat ve bilim- detaylandırılması ve kurumsallaştırılmasıydı. Aritmetik, geometri ve astronominin yönlerinin en eski uygarlıkların hepsinden kaynaklandığı gerçeği yakın ilgiyi hak ediyor ve özellikle bu tür toplumların besledikleri bilimsel geleneklere ayırt edici bir işaret koyduklarını gösteriyor. İlk uygarlıklarda bilgi, faydacı amaçlara tabiydi ve kayıt tutma, siyasi yönetim, ekonomik işlemler, takvimsel doğruluk, mimari ve mühendislik projeleri, tarımsal yönetim, tıp ve şifa, din ve astrolojik tahminde faydalı hizmetler sağladı. Yüksek öğrenim, yararlı bilgi ve uygulamalarına büyük ölçüde eğimli olduğundan, bu sosyolojik anlamda, pratik olarak yönlendirilmiş veya uygulamalı bilim, aslında, daha sonra Yunanlılar tarafından teşvik edilen saf bilimden veya soyut teorik araştırmadan önce geldi. Babil modeli olarak adlandırdığımız şeyde, bozulmamış devlet, yönetişimin hizmetinde uzman bilgisini kurumsallaştırdı ve himaye etti. Devlet ve tapınak yetkilileri, bilgin katiplerin kadroları tarafından bilginin edinilmesini ve uygulanmasını himaye etti. İlk devletlerin tümü, bir ölçüde matematik ve doğal dünya ile ilgilenen bürokrasiler ve bürokratik bir kamu hizmeti yarattı ve sürdürdü. Mezopotamya şehir devletlerinde, eğitimli memurlar, mahkeme astrologları ve uzman takvim bekçileri istihdam eden bir dizi bürokratik kurum hüküm sürdü. Benzer şekilde, eski Mısır'da, uzman bilgisi, esas olarak ritüel bilgi ve gelenekleri sürdüren, ancak büyülü, tıbbi, astronomik, matematiksel ve muhtemelen diğer irfan ve uzmanlıkları barındıran bir yazıhane ve öğrenme merkezi olan “Yaşam Evi”nde kurumsallaştırıldı. Arşiv salonları ve tapınak kütüphaneleri de vardı ve kayıtlar Mısırlı bilginlerden, mahkeme doktorlarının hiyerarşilerinden, sihirbazlardan ve bilgili rahiplerden bahsediyor. Tekrar tekrar, pratik uygulamalarla yüksek öğrenim, devlet ve tapınak yetkilileri tarafından desteklendi ve devleti ve tarımsal ekonomisini sürdürmek için konuşlandırıldı. Bilgi, devlet kurumlarında istihdam edilen ve çabalarını herhangi bir bireyci keşif arzusundan ziyade toplumu ayakta tutma hizmetine adayan profesyonel uzman kadrolarının ilgi alanı haline geldi. Bu bürokratik bilim modelinin ek bir özelliği de, kâtip uzmanlarının anonim olmalarıdır; İlk uygarlıklarda yüzlerce yılı aşkın bir süredir bilime katkıda bulunan kişilerin tek bir biyografisi bile bize ulaşmamıştır. İlk bilimsel geleneklerin bir başka tuhaf özelliği, bilgiyi herhangi bir analitik teorem veya genelleme sisteminden ziyade listeler biçiminde kaydetme eğilimi gibi görünüyor. İlk uygarlıklarda bilim, karakteristik olarak, dikkate değer bir soyutlama veya genellik eksikliği ile ve daha sonra Yunanlıların vurguladığı kendi başına bir amaç olarak herhangi bir natüralist teori veya bilgi hedefi olmaksızın takip edildi. Yazma ve hesaplaşma, ilk uygarlıkların pratik ihtiyaçlarını karşılayan pratik kökenleri olan her şeyden önce pratik teknolojilerdi. Büyük artıkların yeniden dağıtılmasından sorumlu merkezi otorite ve bürokrasiler, sözlü ve nicel bilgilerin kaydedilmesini gerektiriyordu. Tüm erken uygarlıklar aritmetik sistemler ve kalıcı kayıt tutma sistemleri geliştirdi. Eski Mezopotamya faturalarının -kil içine mühürlenmiş nişanlar- ne kadar olduğunun arkeolojik keşfi, yazma ve hesaplaşmanın ekonomik ve faydacı köklerinin altını çiziyor. Örneğin Uruk'ta (MÖ 3000) ortaya çıkarılan çivi yazılı tabletlerin yüzde seksen beşi ekonomik kayıtları temsil eder ve Mısır tapınak ve saray kayıtları benzerdir. (Geleceğin bir arkeologu bugünkü kayıtlarımızda çok daha farklı bulabilir mi?) Nihayetinde yazı sözlü geleneklerin ve insan hafızasının beceri ve tekniklerinin yerini almaya geldi. İlk yazılı kayıtların büyük çoğunluğu ekonomik, hukuki, ticari, adak/dini ve idari işlerle ilgiliyken, önemli bir edebi bileşen de ortaya çıktı.

S84 Yazı sanatı her yerde çok değerliydi ve uygulayıcıları yüksek sosyal statüye sahipti. Eğitimli yazıcılar, saray veya tapınak tarafından himaye edilen ayrıcalıklı bir kast oluşturuyordu ve okuryazarlık, iktidara giden bir yol sunuyordu. Devasa ve çeşitli bürokrasilerde istihdama ve genellikle hükümette yüksek statüye yol açtı. Birçoğu binlerce yıl boyunca sürekli kayıtlar bırakan hidrolik uygarlıkların büyük bürokrasileri, küçük ve üst düzey yöneticiler için kamu hizmeti kariyerlerinin yanı sıra muhasebeciler, astrolog/astronomlar, matematikçiler, doktorlar, mühendisler, ve öğretmenler. Acemi din bilginlerinin seçkinlerin oğulları (ve bazen kızları) olmalarına şaşmamalı. Medeniyet beraberinde ilk okulları, yazının resmen öğretildiği kurumları getirdi. Mezopotamya'da é-dubba ya da 'tablet evi' olarak bilinen yazıcı okullarında yazı, matematik ve daha sonra mitler ve sözler edebiyatı öğretildi. Birçok Mezopotamya tableti, aynı yerde faaliyet gösteren ve aynı müfredatı bin yıl ve daha uzun süredir öğreten okullarda nesiller boyu öğrencilerin yaptığı sayısız yazma ve hesaplama alıştırmalarını kaydeder. Mısır'da yazı, yazıcı okullarında ve scriptoria ve kütüphaneleri içeren diğer kurumlarda kurumsallaştırıldı ve öğrenci alıştırmaları, günümüze ulaşan yazılı kayıtların büyük bir bölümünü oluşturuyor. Yazma ve kayıt tutma tüm uygarlıkların karakteristik özellikleri olmasına rağmen, yazı sistemlerini birer teknoloji olarak düşünmek gerekir ve bunlar önemli ölçüde çeşitlilik göstermiştir. Kil tabletler üzerine yazılan en eski çivi yazısı sistemi, eski Mezopotamya'da Sümer uygarlığı ile ortaya çıktı. Mezopotamya uygarlığının bin yılı boyunca sayısız çivi yazılı kil tablet kurutuldu veya fırınlandı, saklandı ve büyük kütüphanelerde ve arşivlerde kataloglandı ve on binlercesi sonunda korundu. Sümer yazıcıları kil tabletleri yazmak için kama şeklinde bir kamış kalemi kullandıkları için çivi yazısı ya da kama yazı bu şekilde adlandırılmıştır. MÖ üçüncü binyılda Sümerli yazıcılar, bir kelime veya bir eylem fikrini temsil etmek için, 'Ben ♥ köpeğim'de olduğu gibi, bilinçli olarak 600-1000 işaretten (ideogramlar olarak adlandırılır) oluşan karmaşık bir sistem geliştirdiler. Daha sonra Sümer karakterlerinin sayısı azaldı, ancak yazı sanatında ustalaşmak çok zordu ve okuryazarlık bir yazı mesleğiyle sınırlı kaldı. Çivi yazısı işaretleri, erken dönemde ses (veya fonografik) değerler almış ve Sümer dilini seslendiren heceler olarak yazılmıştır. Gerçekten de orijinal Sümerceden farklı bir dil olan Eski Babilce (Akadca), Sümer fonetik değerleri kullanılarak yazılmaya başlandı. Başka bir deyişle, piktograflar başlangıçta şeyleri resmediyordu, oysa işaretler daha sonra konuşulan dillerin seslerini temsil etmeye başladı. On dokuzuncu ve yirminci yüzyıllara kadar Avrupa üniversitelerinde Latince öğretildiğine benzer şekilde, Sümerce, MÖ on sekizinci yüzyıldan sonra é-dubba'da ölü bir dil olarak öğretilmeye devam etti. Sümer ve Babil dilleri gramer yazmıştı ve birçok tablet kelime listelerini, iki dilli sözlükleri ve iki dilli metinleri kaydeder. Piktografik yazı Mısır'da hanedan öncesi zamanlardan bilinmektedir ve eski Mısır'ın hiyeroglifleri ('kutsal oymalar') ilk hanedan tarafından MÖ 3000 civarında kullanılmıştır. Hiyeroglifler ideografiktir, ancak erken bir dönemden itibaren Mısır yazıları, Mısır dilini seslendiren fonografik unsurları içeriyordu. Altı bin resmi Mısır hiyeroglifi tespit edilmiştir, ancak firavun oymacıları ve yazıcılar bin yıl boyunca yalnızca 700-800 arasında yaygın olarak kullanılmıştır. Resmi hiyeroglifleri yazmak açıkçası kolay değildi, bu yüzden yazıcılar Mısır uygarlığının günlük bakımı için daha basit yazılar (hiyeratik ve demotik olarak adlandırılır) geliştirdiler. Bunu mümkün kılan teknolojiler arasında papirüs kağıdı da vardı. Son hiyeroglif yazıt, 394 CE'den kalmadır, bundan sonra eski Mısır yazılarının bilgisi kayboldu. Yalnızca ünlü Rosetta taşı -hiyeroglif, demotik ve Yunanca yazılmış metniyle MÖ 196 tarihli bir yazıt- Napolyon'un askerleri tarafından 1799'da keşfedildi ve J.-F. 1824'te Champollion—eski Mısırlı yazıcıların kayıtlarını yeniden okumamıza izin veriyor. Ayrıca, işaretin yalnızca sesli harf veya ünsüz sesi temsil ettiği tamamen fonetik alfabelerin (Yunan veya Roma alfabeleri gibi) ikincil uygarlıkların geç tarihsel gelişimi olduğu ve ilk olarak MÖ 1100'den sonra Fenikelilerle birlikte ortaya çıktığı belirtilmelidir.( It should also be noted that purely phonetic alphabets where the sign stands only for a vowel or consonant sound —such as the Greek or Roman alphabets—are a late historical development of secondary civilizations, first appearing after 1100 BCE with the Phoenicians.)

S85 Matematiksel yöntemler, yazı ile birlikte ve aynı pratik ihtiyaçlardan yola çıkarak geliştirildi. Örneğin antik Yunan tarihçisi Herodot, düşünce geometrisi (ya da 'yer ölçüsü'), Nil taşkınlarından sonra tarlaları yeniden araştırma ihtiyacının bir sonucu olarak Mısır'da ortaya çıkmıştır. Bu doğrultuda, sulama tarımının ürettiği tarımsal fazlalarla birlikte ilk para (eski Babil'de ve Çin'in Shang hanedanlığında) ve ilk standartlaştırılmış ağırlıklar ve ölçüler (eski Mısır'da, İndus Nehri Vadisi'nde ve erken Çin'de) geldi. Saf matematik daha sonra matematikçiler tarafından oynanan soyut bir oyun haline gelse de, erken matematiğin pratik, ekonomik ve zanaat kökleri bu uygulamalarda görünür olmaya devam ediyor. İlk uygarlıkların her biri kendi matematik sistemini geliştirdi. Eski Sümerler ve Babilliler, altmışlık veya 60 tabanlı bir sistem geliştirdiler (bizim kendi ondalık veya 10 tabanlı sistemimizin aksine). Tamamen tutarlı olmamasına ve başlangıçta sıfır olmamasına rağmen, 'rakamların' 60'ın kuvvetlerini temsil ettiği ilk yer-değer sistemiydi. Altmışlık kalıntılar bugün 60 dakikalık saatte, 60 saniyelik dakikada ve Dairenin 360 derece. Buna karşılık, Mısır sayıları, ondalık sayılar için ayrı işaretleri olan ve basamak değeri olmayan daha sonraki Roma rakamlarına benziyordu. Böyle bir sayı sistemi, Mısır uygarlığının hesaplama gereksinimlerini karşılamada daha hantal ve daha az verimliydi. Matematiksel işlemlere gelince, Babilli matematikçiler, sayı tablolarını (katlar, karşılıklı sayılar, kareler, küpler, Pisagor üçlüleri ve benzerleri) kullanarak, bileşik faizi hesaplayan ve ikinci dereceden ve kübik denklemleri çözen tarif benzeri prosedürler de dahil olmak üzere birçok karmaşık hesaplama yapabilirler. Eski Mısır'da, sayıları ikiye katlayarak çarpma işlemi olan 'çoğaltma yöntemi', özellikle Roma tarzı bir sayı sisteminde kullanışlıydı. Mısırlı matematikçiler π değerinin (Babil matematiğinin ve İncil'in 3'ünün kaba değeriyle karşılaştırıldığında 256/81 veya 3.16) daha üstün bir tahmine ulaştılar ve kesirlerle çalışmayı kolaylaştıran tablolar geliştirdiler. Her erken uygarlıkta matematikçilerin uğraştığı problemler, onların çıkarlarının pratik ve faydacı yönünü yansıtır. Mühendislik ve tedarik problemleri baskındı, genellikle sayıların soyut olarak anlaşılmasını çok az içeren veya hiç içermeyen matematiksel reçetelerle çözüldü. Çözüme genellikle tarif tarzında ulaşılır (“2 su bardağı şeker, 1 su bardağı süt, vb. ekleyin”), tıpkı bir bilgisayar programının temel denklemi işlemesi gibi (“a karesi, a × b çarpın, 2 ekleyin). ve ab”). Tariflerin nasıl yapıldığını bilmesek de, hesapsal olarak sağlamdı ve doğru cevaplar verdi.

S87 Yunanlılar henüz soyut matematiği icat etmemişlerdi, ancak birkaç sınırlı örnekte, bazı çok ezoterik faydacı olmayan “oyunculuk” ilk katiplerin başarılarında ortaya çıkıyor. Örneğin Babil'de matematikçiler 2'nin karekökünü altı ondalık basamağa denk gelecek şekilde hesapladılar, bu da mühendislik veya hesaplamada akla gelebilecek herhangi bir ihtiyacın ötesindeydi. Benzer şekilde Çin'de uzman matematikçiler π'yi yedi ondalık basamağın çok yüksek ve pratik olarak yararsız doğruluğu olarak hesapladılar. Bununla birlikte, ne kadar ilginç olursa olsun, soyut matematiğe yönelik bu adımlar bile, pratik amaçlara yönelik geniş çalışma programları bağlamında gelişti ve şu ya da bu otorite tarafından himaye edildi. Eski Mezopotamya'da, 2'nin karekökünün aşırı hassas bir tahmini kadar soyut gibi görünen üstel fonksiyonların tabloları aslında bileşik faizi hesaplamak için kullanılıyordu ve ikinci dereceden denklemler diğer problemlerle bağlantılı olarak çözüldü. Miras paylarını ve alanların bölünmesini belirlemek için doğrusal denklemler çözüldü. Yapı malzemeleri için katsayı listeleri, taşıma yüklerinin hızlı hesaplanması için kullanılmış olabilir. Değerli metaller ve ekonomik mallar için katsayıların muhtemelen eşit derecede pratik uygulamaları vardı. Ve hacimlerin hesaplanması geometriye boş bir ilgi göstermedi, ancak kanalların ve altyapının diğer bileşenlerinin yapımında uygulandı. Zaman, Tanrılar ve Gökler Tüm tarım uygarlıkları astronomik gözlemlere dayalı takvim sistemleri geliştirmiştir ve ilk uygarlıkların birçoğunda yalnızca karmaşık astronomik araştırma olarak adlandırılabilecek şeyi belirleyebiliriz. Tarım toplumlarında doğru takvimlerin faydası ve gerekliliği, yalnızca tarımsal amaçlar için değil, aynı zamanda ritüel faaliyetleri düzenlemek için de aşikar görünüyor. Takvimin, örneğin flört sözleşmelerinde ve gelecekteki işlemlerde ticari ve ekonomik rolü de aynı şekilde açık görünüyor. Mezopotamya'da MÖ 1000'e kadar oldukça doğru bir takvim uygulanmıştı ve MÖ 300'e kadar Mezopotamyalı takvim uzmanları, ilerideki yüzyıllar için geçerli olan matematiksel olarak soyut bir takvim oluşturmuştu. 12 kameri ay veya 354 günlük kameri takvimleri benimsedikleri için, ki bu açıkça 365¼ günlük güneş yılı ile uyumsuzdur, kameri ayları ve (mevsimsel) güneşi tutmak için zaman zaman fazladan bir kameri ay eklenmesi (veya araya eklenmesi) gerekiyordu. uyum içinde yıllar; Babilli gökbilimciler, 19 yıllık dönemler boyunca yedi ara ay eklediler. Eski Mısırlı rahip/astronomlar iki farklı ay takvimi tuttular, ancak üçüncü bir güneş/sivil takvim resmi Mısır yaşamını yönetti. Bu takvim, 30 günlük 12 ay ve beş bayram gününden oluşuyordu. Böylece her yıl 365 günlük sivil takvim güneş yılından dörtte bir gün saptı; ve böylece Mısır tarihinin uzun seyri boyunca sivil yıl geriye doğru sürüklendi ve her 1460 yılda bir (4 kez 365) güneş/tarım yılını tamamen çevreledi. Sivil ve güneş takvimleri böylece MÖ 2770 ve 1310'da çakıştı. Bu hantal takvimsel karışıklık, Mısır'daki merkezi olayın -yıllık, oldukça düzenli Nil seli- Nil'in mevsimsel ilk görünümünden bağımsız olarak tahmin edilebileceği hatırlandığında çözülür. ufkun üzerinde yıldız Sirius.(This unwieldy calendric confusion is resolved when one remembers that the central event in Egypt— the annual, highly regular Nile flood—could be predicted independently from the seasonal first appearance of the star Sirius above the horizon.)

S89 Takvimler, astronomi, astroloji, meteoroloji ve büyü, Mezopotamya, Mısır, Hindistan, Çin ve Amerika'da tekrarlanan genel bir kalıbın parçasıydı. Bu erken uygarlıklarda astronomiyi astrolojiden, astronomları astrolog ve sihirbazlardan ayırmak, modern önyargılarımıza rağmen mümkün ve haklı değildir, çünkü işletmeler ayrılmaz bir bütünlük oluşturmuştur. Ekinlerin kaderini, askeri harekatın sonucunu veya kralın gelecekteki işlerini tahmin etmede, astroloji ve okült öğrenme evrensel olarak yararlı bilgi olarak görülüyordu. Gerçekten de, takvimsel astronomi (sonuçta mevsimleri tahmin eden) ile birlikte, devlet destekli pratik amaçlara dönüşen doğa bilgisi modelini örneklendirirler. Tüm eski bilimsel gelenekler içinde en gelişmiş olanı Babil astronomisiydi ve ayrıntılı bir ilgiyi hak ediyor. Eski Babil'de kehanetteki hayvanların bağırsaklarını okumaktan astral bir dine geçiş, göklerin incelenmesini teşvik etmiş olabilir. Astronomik gözlemler MÖ 2000 kadar erken bir tarihte kaydedilmiştir ve sürekli gözlemler MÖ 747'den kalmadır. MÖ beşinci yüzyılda Babilli astronomlar, başlıca gök cisimlerini sonsuza kadar geleceğe kadar takip edebildiler. Mezopotamyalı gökbilimciler gündönümleri, ekinokslar ve güneş ile ayın döngülerinde tam anlamıyla ustalaştılar. Özellikle, daha sonraki Babil astronomisi, güneş ve ay tutulmalarını ve tutulma büyüklüklerini anladı ve tahmin edebildi. Gökbilimciler, gezegenlerin, özellikle de Venüs'ün bir sabah ve akşam yıldızı olarak yükselişlerini, ayarlarını ve görünürlüğünü hesapladı ve tahmin etti. Babil astronomisinin ve altmışlık sistemin mirası, yalnızca daireyi derece cinsinden ölçmemiz için değil, aynı zamanda yedi günlük hafta ve gezegenlerin tanımlanması için de büyüktü. Gerçekten de, Babil astronomisinin birçok teknik prosedürü, daha sonraki Yunan ve Helenistik gökbilimciler tarafından devredildi ve benimsendi. Burada vurgulanması gereken, Babilli astronomların yaptığı araştırmadır. Açıkça görülüyor ki, gökleri gözlem araçlarıyla gözlemlediler ve kesin kayıtlar tuttular. Artık gözlemlemekten ve kayıt tutmaktan çok daha fazlasını yaptıklarını biliyoruz; ayrıca astronomideki çok özel bilimsel sorunları çözmek için sistematik araştırmalar yaptılar. “Yeni ay problemini” bir örnek olarak incelemek öğreticidir. Takvimsel ve dini nedenlerle, Babilli gökbilimcilerin kameri ayın uzunluğunu gün olarak bilmeleri gerekiyordu. Dolunay veya yeni ay arasındaki süre 29 ile 30 gün arasında değişmektedir (ortalama 29,53 gündür). Herhangi bir ayda hangisi olacaktı? Birkaç bağımsız değişken sonucu etkiler: dünyadan görüldüğü gibi göklerde güneş ve ay arasındaki nispi mesafe (şekil 3.7'de AB), yılın mevsimi (a açısı) ve daha uzun vadeli ay döngüleri (CD) . Bu bağımsız değişkenler oyundayken, yeni ayın yeniden ortaya çıkışını tahmin etmek açıkça zorlaşıyor. Babilli gökbilimciler araştırma yürüttüler ve yeni bir ayın ne zaman görüneceğini güvenilir bir şekilde tahmin eden kesin astronomik tablolar oluşturabilecekleri noktaya kadar “yeni ay probleminde” ustalaştılar. Bu yeteneği, önce göklerdeki gezegen hareketlerini gözlemleyerek ve kaydederek, ardından derledikleri veri tablolarını inceleyerek elde ettiler. Bilgiyi daha önce hiç olmadığı kadar resmileştirmiş ve sistematize etmişlerdi. 'Yeni ay sorunu', eski Babilli gökbilimciler tarafından çok özel bir sorun (29 veya 30 gün?) üzerinde yapılan aktif bilimsel araştırmayı gösterir. Bu araştırma, fenomenlerin gözlemlenmesine, matematiksel analizine ve modellenmesine dayanıyordu ve göklerde gözle görülür bir şekilde olup bitenlerden ziyade matematiksel döngülerin soyut modellerine daha fazla dikkat edildiği için teorikti. Tıp ve tıbbın toplumsal örgütlenmesi, yararlı bilgi için devlet desteğinin bürokratik modelinin belirgin bir özelliğini oluşturdu. Resmi tıp pratisyenlerinden oluşan kadrolar her erken devlette ortaya çıktı ve anatomi, cerrahi ve bitkisel ilaçlar konusundaki pratik ve ampirik bilgileri, tıp öğrenimi için devlet desteğinin bir sonucu olarak arttı. Mısır Yeni Krallığı'ndan (yaklaşık MÖ 1200) Edwin Smith tıbbi papirüsü, tıbbi vakalara “akılcı”, teistik olmayan yaklaşımları nedeniyle sıklıkla anılır.

S92 Benzer şekilde, ilk medeniyetlerde simya ve simya uzmanlığı erken bir tarihte himaye edilmeye başlandı; simyanın kökleri kuşkusuz antik metalurji pratiğinde yatar, eğer varsa bile, teknolojinin bilime yol açması olgusu. Simya, astroloji gibi, fayda vaadini sundu ve simyaya devlet desteği teması, modern çağa kadar tüm kültürlerde yolunu buldu. Rasyonel ve sözde-bilimsel arasında çizebileceğimiz ayrım tanınmadı. Bu araştırmaların tümü yararlı bilgi alanları gibi görünüyordu. En eski uygarlıkların kozmolojileri ve dünya görüşleri hakkında temkinli bir söz eklenmelidir. Bunların hepsinin dinin önemli bir rol oynadığı toplumlar olduğunu varsaymak güvenli görünüyor. Çoğunlukla gökleri ilahi, büyülü ve tanrıların yaşadığı bir yerdi; gök cisimleri genellikle kutsal tanrılarla ilişkilendirildi ve gökler tanrıların mitlerini ve hikayelerini içeriyordu. Böylece Mısır'da tanrıça Nut gökyüzünü kaldırdı ve ölen firavunlar yıldız oldu. Babil'de gezegenlerin hareketi göksel tanrıların hareketini temsil ediyordu. Mayalara göre eski Mezoamerika'da dünya bir gölette yüzen dev bir sürüngendi. Çinliler kozmosun daha organik ve daha az panteist görüşlerine sahipti. Ancak ilk uygarlıkların hiçbiri bir bütün olarak kozmosun herhangi bir teorik modelini geliştirmedi, kesinlikle hiçbir soyut, mekanik veya natüralist model geliştirmedi. Bu kültürlerde, doğal dünyaya yönelik bağımsız natüralist araştırmalar veya soyut olarak incelenecek bir “doğa” kavramı olarak çok az şey tanınır. İlk uygarlıklar, bazen ayrım gözetmeksizin, kelimeler, sayılar, tanrılar, bitkiler, hayvanlar, taşlar, şehirler, yöneticiler, meslekler veya yazıcılardan oluşan ansiklopedik tablolar ve listeler oluşturarak bilgiyi kapsamlı bir şekilde ele alma eğilimindeydiler. Bilgiyle bu şekilde başa çıkma ve bilgiyi kaydetme -ki buna “liste bilimi” denir- genel olarak henüz formel mantığı ve analitik düşünceyi icat etmemiş toplumlarda tercih edilmiş olabilir. Verileri derleyen bireyleri entelektüel olarak ödüllendirmeyen, onlara giren zahmetli angarya, ancak devletin memur olarak katiplerden oluşan taburları himaye ettiği durumlarda mümkün olabilirdi. Özetle, pratik zorunluluktan türetilen bilim, defalarca medeniyetin bir parçası ve parseli olarak ortaya çıktı. Yazma ve aritmetik, birçok pratik problemin çözümüne uygulanabilir yeni teknolojilerdi. Devlet tarafından üstlenilen uzman uzmanların kurumlar ve kurumsallaşmış statüleri aynı faydacı amaçlara hizmet etti. Gelişmiş takvimlerin, karmaşık astronomik bulmaca çözmenin ve ara sıra matematiksel 'oyunculuğun' kanıtları, ilk uygarlıklardaki yüksek düzeyde bilimsel başarıyı açıkça ortaya koymaktadır. Eksik olan, teorinin bilimin bir başka özelliği olarak kabul ettiğimiz soyut boyutuydu. Bu nedenle, açıklanması gereken şey, bilimsel teorinin kökeni ve kendi iyiliği için doğal bilginin arayışıdır, doğal felsefe olarak adlandırılan şey, doğa felsefesidir. Matematik ve astronomi biçimindeki bilim, ilk uygarlıklarla bağımsız olarak ve birçok kez ortaya çıktıysa, doğa felsefesi benzersiz bir şekilde Yunan(Lacking was the abstract dimension of theory that we recognize as a further hallmark of science. What has to be explained, therefore, is the origin of scientific theory and the pursuit of natural knowledge for its own sake, what came to be called natural philosophy—the philosophy of nature. If science in the form of mathematics and astronomy arose independently and many times over with the first civilizations, natural philosophy originated uniquely with the Greek)

S95 Antik tarih, bazen “Yunan mucizesi” olarak adlandırılan şeyde dikkate değer bir tekillik sergiler. Yakın Doğu medeniyetlerinin hemen batısında, Ege Denizi kıyılarında, Yunanca konuşan halklar eşsiz bir medeniyet ortaya çıkardılar. Mısır ve Mezopotamya'ya olan yakınlığı göz önüne alındığında, Yunan uygarlığı bazı özelliklerini eski komşularından almıştır. Ancak bu özellikler, Mısır ve Mezopotamya'nın yarı kurak taşkın ovalarından çok farklı bir habitatta kök salmıştı. Merkezi bir krallık yerine, Yunan uygarlığı bir dizi merkezi olmayan şehir devleti olarak ortaya çıktı ve Büyük İskender (MÖ 356-323) MÖ dördüncü yüzyılda Yunanistan'ı ve daha geniş dünyayı birleştirene kadar gevşek yapısını korudu. Büyük İskender'in ortaya çıkışı, antik çağın tarihinde ve dönemselleştirilmesinde önemli bir dönüm noktasıdır. Antik Yunanistan'ın MÖ 600'den 323'e kadar olan daha önceki imparatorluk öncesi dönemi Helenik dönem olarak bilinirken, İskender'in fetihlerini izleyen dönem Helenistik dönem olarak belirlenmiştir. Helenik, yerelleşmiş Yunan şehir devletlerinin çağıdır, Helenistik veya Helen benzeri, Yakın Doğu'da takip edilen büyük kozmopolit kültürlerin dönemidir. Helenik dönemde Yunan bilimi, devlet tarafından desteklenmeyen ve herhangi bir yararlı bilgi programına bağlı olmayan doğa filozofları, doğal dünya hakkında bir dizi soyut spekülasyon geliştirdikçe, eşi görülmemiş bir dönüş yaptı. Ardından, İskender'in Doğu'nun zengin bölgelerini fethiyle birlikte, Yunan bilimi, teorik ruhunun bürokratik kurumsal himaye modeliyle birleşmesi yoluyla Altın Çağına girdi. Helen bilimini karakterize eden birkaç özellik vardır. En dikkate değer olanı, bilimsel teorinin -“doğal felsefe” veya doğa felsefesinin- Yunan icadıydı. Kozmos üzerine erken Yunan spekülasyonları ve soyut bilgi için ilgisiz Helen arayışı, benzeri görülmemiş çabalardı. Bilimin tanımına yeni ve temel bir unsur eklediler ve tarihinin yönünü değiştirdiler. Yeni entelektüel girişimlerini başlatırken, ilk Yunan doğa filozofları, oldukça etkili olduğu kanıtlanan ve bugün de sorulmaya devam eden temel soruları gündeme getirdiler. Helen biliminin ikinci bir dikkate değer özelliği, onun kurumsal statüsüyle ilgilidir. En azından Büyük İskender'e kadar olan dönemde, Yunan biliminin devlet himayesi yoktu ve Yakın Doğu'nun aksine hiçbir bilimsel kurum yoktu. Entelektüel açıdan çok önemli olan bazı gayri resmi “okullar” klasik Yunan kültüründe ortaya çıktı, ancak bunlar eğitim kurumlarından ziyade daha çok özel dernekler veya kulüpler damarında faaliyet gösteriyordu. Yüksek öğrenim okulları, kütüphaneler veya gözlemevleri için hiçbir kamu desteği veya finansmanı yoktu ve bilim adamları veya doğa filozofları kamu istihdamı almıyordu. Devlet destekli meslektaşının aksine, Yunan doğa filozofu bağımsız bir operatördü. Özel hayatları hakkında çok az şey biliyor olsak da, ilk doğa filozoflarının ya bağımsız bir servete sahip oldukları ya da özel öğretmenler, doktorlar ya da mühendisler olarak geçimlerini sağladıkları, çünkü doğa filozoflarının ya da bilim adamlarının böyle bir toplumsal rolü olmadığı anlaşılıyor. Böylece Helen bilimi, uygulayıcılarının tamamen pratik olmayan ve görünüşte anlamsız özel araştırmalarının bazen düşmanlık ve alay uyandırdığı bir sosyolojik boşlukta süzüldü. Doğu'da bilgi pratik amaçlara ve amaçlara çevrilmişti. Ancak Helenik Yunanistan'da bilim ve toplumdaki bilim için geliştirilmiş farklı bir model olan Helenik model. İdeolojisi, bilginin felsefi boyutunu ve herhangi bir sosyal veya ekonomik hedeften ayrılmayı vurguladı. Örneğin, Devlet'indeki etkili bir pasajda (c. 390 BCE), Platon, tarım, askeri işler, denizcilik veya takvim için pratik faydalar peşinde koşan geometri veya astronomi çalışması gerektiği fikriyle alay eder. Platon, doğal bilgi arayışını zanaat ve teknolojinin daha küçük etkinliklerinden ayırmakta ısrar etti. Bu bağlamda, Yunanlıların doğa felsefesini oyun ya da eğlence olarak ya da aklın yaşamı ve felsefi tefekkür ile ilgili daha yüksek amaçları gerçekleştirmek için üstlendikleri söylenebilir. Buna karşılık, eski hidrolik uygarlıkların bilimsel kültürlerinde karşılaştırılabilir hiçbir çıkar gözetmeyen entelektüel çaba görülmedi. Son olarak bu bağlamda, bozulmamış uygarlıkların her birinde faydacı bir model ortaya çıkarken, Helenik doğa felsefesi bir zamanlar Hellas'ta, tekil bir dizi tarihsel koşulun sonucu olarak ortaya çıktı. Özetle, Helenik doğa bilgisi, yeni bir tür bilim ve bilimsel etkinliği temsil eder - bilinçli olarak doğaya yönelik teorik araştırmalar.( In sum, Hellenic natural knowledge represents a new sort of science and scientific activity—self-consciously theoretical inquiries into nature.)

S96 Yakın tarihli araştırmalar, erken dönem Yunan doğa felsefesinin görkeminden uzaklaşmamakla birlikte, Yunan bilimsel girişimini daha geniş, daha çoğulcu bir kültürel bağlama yerleştirme eğiliminde olmuştur. Örneğin, bilim ve rasyonalitenin, Helenlerden önce hüküm süren karanlık din ve mit dünyasından neredeyse mucizevi bir şekilde doğduğuna inanılıyordu. Bugün tarihçiler, antik Yunanistan'ın kültürel olarak Doğu'dan veya Yunanistan'ın ötesindeki “barbar” dünyadan izole olmadığını vurguluyor. Özellikle, son yorumlar, Mısır uygarlığının Ege Denizi çevresinde Helen kültürünün gelişimi üzerindeki etkisini vurgulamaktadır. Helen dünyasında, büyü, folklor, simya, astroloji ve şu ya da bu türden dini mistisizmdeki popüler inançların devamı, görece sekülerleşmiş bilimsel bilgiye yönelik entelektüel rekabeti temsil ediyordu. Yunan biliminin ve doğa felsefesinin ortaya çıkışı bir zamanlar olduğundan daha az şaşırtıcı görünebilir, ancak antik Yunan'da doğa felsefesinin yükselişinin nasıl açıklanacağı sorusu devam ediyor. Yunanistan, Mısır ve Mezopotamya'nın çevresinde ve kuruluşundan bin yıl sonra ortaya çıkan sözde ikincil bir uygarlıktı, ancak ekolojik ve ekonomik olarak Yakın Doğu'daki ve başka yerlerdeki başlıca uygarlık merkezlerinden çok farklıydı. (Harita 4.1'e bakın.) Bu bozulmamış medeniyetler hidrolik tarım temelinde ortaya çıkarken, Yunan şehir devletlerinde gıda üretimi ve çiftçilik neredeyse tamamen mevsimlik yağışlara ve dağ karlarından gelen akışa bağlıydı. Yunanlılar, araştırmaların gösterdiği gibi, su işlerini küçümsemediler, ancak Yunanistan'da büyük bir nehir ve büyük, verimli bir taşkın ovası olmadığı için bunlar küçük ölçekli kaldı. Ayrıca, Neolitik ormansızlaşma ve erozyon, Yunanistan'ın ekolojisini ve üretken yeteneklerini yalnızca nispeten düşük nüfus yoğunluklarının desteklenebileceği ölçüde bozmuştu. MÖ sekizinci ila altıncı yüzyıllar arasında Akdeniz çevresinde sürekli bir göçmen akışıyla çok sayıda Yunan kolonisinin yumurtlaması, bu ekolojik ve kültürel baskılara tanıklık ediyor. Klasik Yunanistan kendini besleyemedi ve yurtdışından tahıl ithalatına bağımlıydı. Antik Yunanistan'ın görece zayıf tarım ekonomisi, yeraltı sularından yararlanarak marjinal topraklarda gelişen keçi ve koyun yetiştiriciliği ile zeytin ağaçları ve asmaların yetiştirilmesiyle ayakta kaldı. Şarap ve zeytinyağının ikincil ürünleri, Yunanlılara ticaret yapacak bir şey verdi ve sonuç olarak, Helen uygarlığı denizci, ticari ve dışa dönük bir kadro kazandı. Tıpkı Yunanistan dağlarının toprağı ayrı vadilerde bölümlere ayırması gibi, Helen uygarlığı da siyasi olarak ademi merkeziyetçiydi ve küçük, bağımsız şehir devletlerine bölündü. Sınırlı ve aşınmış bir tarım tabanına sahip bir bölgedeki bir şehir devleti hükümeti, her sosyal ve kültürel faaliyeti devletin çıkarlarına doğru yönlendiren yaygın bir bürokrasiyi himaye etmek için Mısır firavunununki gibi muazzam bir serveti asla toplayamazdı. Yunanlılar, hukuk ve adalet hakkındaki siyasi tartışmalarının seviyesi ve krallıklar, aristokrasiler, demokrasiler, tiranlıklar ve benzerleri hakkındaki analizleriyle ünlüdür. Küçük bir adım, siyasi anayasalar hakkındaki rasyonel tartışmayı, doğanın anayasasını araştırmaktan ayırır - ve daha sonraki bilim tarihinin göstereceği gibi, bunun tersi de geçerlidir. Bu siyasi tartışmalar gerçekten de Yunan biliminin kökenlerine giden bir yol sağlamış olabilir. Hellas'ın eşsiz habitatında yeni bir bilimsel kültürün neden ortaya çıktığını tam olarak anlamak mümkün olmayabilir. (Ionia ve Atina, örneğin Korint ve Sparta kadar bilimden yoksun kalmış olsaydı, sürpriz için herhangi bir neden var mıydı?) Fakat antik Yunanistan'da bir kez bilimsel bir kültür ortaya çıktıktan sonra, bilimsel kültüre hiçbir toplumsal değer vermeyen bir toplum tarafından şekillendirildi. araştırma veya öğretim ve yüksek öğrenim okulları için hiçbir kamu desteği sağlamadı.(But once a scientific culture arose in ancient Greece it was shaped by a society that attached no social value to scientific research or instruction and that provided no public support for schools of higher learning.)

S99 Yunan bilimi Yunanistan'da değil, bugünkü Türkiye'nin (o zamanki) verimli Akdeniz kıyısındaki Küçük Asya'da, önce Milet şehrinde ve daha sonra bölgenin Ionia olarak bilinen diğer birçok şehrinde ortaya çıktı. MÖ yedinci yüzyılda Ionia, Yunan uygarlığının merkeziyken, Yunan anakarası kesinlikle eyaletti. Ege'nin doğu kıyılarında yer alan, Yunanistan anakarasından daha verimli topraklara sahipti ve daha fazla yağış aldı. Ionia, iki yüzyıl boyunca Yunanistan'a göre daha kentleşmiş ve ekonomik olarak üstün kaldı. Şaşırtıcı olmayan bir şekilde, ilk doğa filozoflarının çoğu Ionia'dan geldi. İyonyalılar ve erken dönem Yunan doğa filozoflarının tümü, Sokrates öncesi, yani Sokrates'ten (470?–399 BCE) önce Yunan felsefi ve bilimsel düşüncesinin biçimlendirici döneminde etkin olan düşünürler olarak bilinirler. (Tablo 4.1'e bakınız.) Yunan doğa felsefesinin genellikle MÖ 625 ile yaklaşık 545 yılları arasında yaşamış olan Miletli Thales ile başladığı söylenir. Thales, tarihsel yorumlama için bir test vakasıdır, çünkü Thales'in kendisinden hiçbir şeyimiz yok ve tamamen ikincil raporlara bağlıyız. Thales hakkındaki görüşümüz, hem eski yorumcuların önyargıları hem de kendi yorumlayıcı çerçevelerimiz aracılığıyla kırılır. Onun Küçük Asya'nın İyonya kıyısındaki hareketli bir ticaret kenti olan Milet'ten geldiğini ve daha sonra çağdaşı kanun koyucu Solon ile birlikte arkaik Yunanistan'ın yedi 'bilge adamından' biri olarak taç giydiğini biliyoruz. Thales muhtemelen zengindi ve muhtemelen Mısır'a gitti, oradan da Yunanca konuşulan dünyaya geometriyi getirdiği söylenmişti. Platon'un, belki de kötü niyetle bildirdiği gibi, Thales ve felsefesi dünya dışılıkla ün kazandı: 'Bir hizmetçi kızın, yıldızları gözlemlerken ve yukarıya bakarken bir kuyuya düştüğü için Thales'le alay ettiği ve bunu öğrenmeye hevesli olduğunu bildirdiği söylenir. ama arkasında ve tam ayaklarının yanında olan şey dikkatinden kaçmış.” Aynı şekilde, Aristoteles'e göre Thales, zeytin presleri üzerinde piyasayı köşeye sıkıştırmak ve böylece filozofların ilgi alanları buysa, zengin ve yararlı olabileceklerini göstermek için yaklaşan hasatla ilgili zekice bilimsel bir gözlem yoluyla doğa hakkındaki bilgisinden yararlandı. . Thales'in ayrıca, MÖ 547'de Kral Krezüs'ün bir nehir geçmesine yardım etmek için savaş zamanında keskin bilimsel bilgisini uyguladığı iddia ediliyor. Sonunda, bilge adam ya da büyücünün toplumsal rolü, Thales'e, eğer aklında daha modern toplumsal modeller varsa, 'bilim adamı' tarafından sık sık çağrılan 'ilk bilim adamı'nınkinden muhtemelen daha çok yakışır. Thales'in adını ve hayatıyla ilgili bu ayrıntıları bilmemiz, beklenmedik bir şekilde onun doğa felsefesi ve bilimin sonraki gelişimi hakkında önemli bir şey ortaya koyuyor. Thales'in doğa hakkındaki iddiaları, tam da bir birey olarak (başka bir destek olsun ya da olmasın) kendi yetkisiyle yaptığı iddialardı. Başka bir deyişle, Yunan biliminden kaynaklanan gelenekte, fikirler, sorumluluk alan ve katkılarından dolayı (bazen yasaların adlarını vererek) kredi verilen bireylerin (veya daha az sıklıkla, birbirine yakın grupların) fikri mülkiyetidir. Bu durum, eski bürokratik krallıklardaki ve aslında tüm Yunan öncesi uygarlıklardaki bilim adamlarının anonimliğiyle keskin bir tezat oluşturuyor. Thales, güneyden esen Etezya rüzgarlarının Nil seline neden olduğu fikri de dahil olmak üzere doğa hakkında iddialarda bulundu. Onun bir başka teorisi, dünyanın bir kütük veya bir gemi gibi su üzerinde yüzdüğünü ve suyun bir hareketle sallandığında sallandığını savundu. Thales'ten yalnızca yüz yıl sonra, Herodot bu fikirlere vahşice saldırdı ve modern bilimsel akla garip bir şekilde ilkel fikirler gibi görünebilirler. Ancak yine de birkaç önemli açıdan olağanüstüdürler. Birincisi, Thales'in sunduğu açıklamalar tamamen geneldir; sadece tek bir vakayı değil, tüm depremleri ve tüm Nil taşkınlarını hesaba katmaya çalışırlar. Benzer bir şekilde, Thales açıklamalarında hiçbir tanrıya veya doğaüstü varlıklara başvurmaz; stok tabirini kullanmak gerekirse, 'tanrıları dışarıda bırakır'. Bu nedenle, 'dolu zeytin mahsulümü mahvetti', belirli bir durumda Zeus'u veya Hera'yı gücendirdiğim için bir ceza olarak değil, kazara çünkü her durumda -ne yazık ki benimki de dahil- dolu, atmosferdeki suyun donmasını içeren doğal süreçlerden kaynaklanmaktadır. Yunan doğa felsefesinin bir özelliğinin -“doğanın keşfi”nin- ilk etapta doğayla ilgili teoriler önerilebilmesi için doğanın nesnelleştirilmesini ve gizeminin giderilmesini gerektirdiğine dikkat edin. Yani “doğa” araştırılacak bir varlık olarak tanımlanmalıydı; kavram bize apaçık görünebilir, ancak bilimsel atalarımız için bu zorunlu değildi. “Doğalcı” açıklamalar, önce söz konusu fenomeni bazı dış doğanın düzenli bir parçası ve dolayısıyla doğal bir fenomen olarak kabul eder, ardından fenomeni doğa açısından da açıklar.

S101 Bu nedenle Nil için, doğal sel olgusunu açıklamak için doğal olarak oluşan rüzgarlara başvurulur. İlginç bir şekilde, depremler konusunda Thales, açıklamalarında dünyada gördüklerimize (gemiler, yüzen kütükler) benzetmeler kullanır. Bununla birlikte, Thales'in veya haleflerinin (çoğunun) ateist veya dinsiz olduğu gerçeğinden çok uzaktır; aslında Thales ayrıca dünyanın ilahi olduğunu ve “tanrılarla dolu” olduğunu ve mıknatısın bir “ruh”a sahip olduğunu öğretti. Bununla birlikte, hiçbir çelişki yoktur, çünkü tanrılar ne kadar saygı duysa da Thales, doğal dünyayı hem ilahi olandan bir şekilde ayrı hem de insan aklının güçleri tarafından anlaşılabilir bir şey olarak ortaya koyar. Thales, dünyanın ilkel bir sulu alt tabakadan oluştuğu görüşüyle ​​bilinir. Bu aldatıcı derecede basit beyan, etrafımızdaki dünyayı oluşturan maddi 'şeyler' hakkında bir şeyler söylemeye yönelik ilk girişimi temsil ediyor. Madde teorisinin başlangıcını işaret eder - fiziksel dünyanın olağan algı seviyesinin altında oluşmasıyla ilgili bilimsel teorileştirme çizgisi. MÖ altıncı yüzyılın başlarında şeylerin maddi temeli hakkında sorular sorarken Thales, Yunan doğa felsefesinin yukarıda bahsedilen “okullarının” ilkinin, Miletosluların kurucu babası oldu. Bu Miletoscu okul ve onun madde teorisi geleneği, Sokrat öncesi düşüncenin önemli bir unsurudur, ancak Miletosçuları yönlendiren entelektüel dinamiğin dikkate alınması, erken Yunan bilimi girişiminin başka bir özelliğini ortaya çıkarır: bilimin rasyonel tartışma olarak yükselişi. Kısacası, Miletoslu filozoflar aynı fikirde değillerdi ve başkalarının fikirlerine saldırmak ve kendi önermelerini desteklemek için akıl, mantık ve gözlem kullandılar. Thales'in suyun birincil madde olduğu fikrinin sorunları vardı, özellikle suyun ateşe nasıl yol açabileceğini, bunun tersini, su ve ateşin, ateşin suyu kaynatması veya suyun ateşi söndürmesi gibi karşılıklı olarak yıkıcı olduğunu açıklamak için. Milet'li Anaximander (fl. 555 BCE), Thales'ten sonraki nesilde, suyu altta yatan etken olarak reddederek ve dualiteden kaynaklanan “sınırsız” veya biçimsiz bir başlangıç ​​durumu (Apeiron) gibi çok daha belirsiz bir kavramı ortaya koyarak bu sorunu ele aldı. ve dünya büyüdü. Anaximander'ın 'sınırsız'ı, ikiliğin birlikten ortaya çıkmasına izin vererek, Thales'in yapamadığı, sıcak ve soğuğu açıkladı, ancak 'sınırsız' kavramı, ürkütücü bir şekilde soyut ve metafizik kaldı. Bir sonraki Miletoslu Anaximenes, bu zorluğa ve aynı genel soruya MÖ 535 civarında yanıt verdi. Cevabı, havayı (veya “pneuma”) ilkel unsur olarak önermekti. Anaximenes'in evrende iki çatışan kuvvet, havayı sıvılara ve katılara çeşitli şekillerde yoğunlaştıran ve seyrelterek yoğunlaştıran seyreltme ve yoğunlaşma olduğunu öne sürmesi dışında, bu öneri Thales'in su teorisini rahatsız eden karşıtlar sorunundan da muzdarip görünüyor. ateş. Miletos okulunun geleneği, bir yüzyıl sonra, yetişkinken Yunan İtalya'sında yaşayan Empedokles'in (MÖ 445) düşüncesiyle doruğa ulaştı. 2000 yıl boyunca etkisini sürdüren bir teoride Empedokles, dört ana unsuru -toprak, hava, ateş ve su- ve Aşk ve Çekişmenin (başka ne?) çeken ve iten güçlerini varsaydı. İlk Yunanlılar arasında doğal bilginin çoğulcu ve soyut karakteri, Pisagor kültü olan Sokrates öncesi bir başka 'okul'dan daha iyi tasvir edilemez. Merkezi İtalya'da bulunan Pisagorcular, organize bir dini kardeşlik ve mezhep oluşturdular ve bireysel yenilikçi-ustalar, aslen Samos adasından olan kurucu guruları Pisagor'a (MÖ 525) kredi vererek kolektiviteye katkılarını bastırdılar. İyon sahili. Pisagorcular, ustanın altıncı yüzyıldaki İranlı çağdaşı Zerdüşt'ü anımsatan belirli bir 'oryantalizmi' somutlaştırdı. Pisagorcular matematiği doğa felsefesine sokmakla ünlüdürler. Onların matematikleri, piyasanın kaba aritmetiği veya haritacı veya mimarın pratik geometrik prosedürleri veya hatta Babilli astronomların kesin matematiksel araçları değildi. Aksine, Pisagorcular matematiği soyut ve teorik düzeye yükselttiler ve sayı kavramını doğaya ilişkin görüşlerinin merkezine yerleştirdiler. Sayı, bir bakıma, dünyanın maddi şeyleri hakkında Miletos'un sorusuna Pisagor'un yanıtıydı. Pisagorcular sayıya odaklanarak, idealizmin güçlü kavramlarını doğa felsefesine ve bilime soktular - entelektüel anlayışla erişilebilen daha mükemmel bir gerçekliğin gözlemlenen görünümler dünyasının altında yattığı fikri. Kabaca ifade edersek, gerçek dünya mükemmel üçgenler, mutlak düz çizgiler veya sayısal soyutlamalar içermez; bu tür varlıklar yalnızca saf matematik alanında var olurlar. Pisagorcular ve onların entelektüel halefleri, böyle bir matematiksel mükemmelliğin bir şekilde dünyayı oluşturduğunu düşündüler.( Put crudely, the real world contains no perfect triangles, no absolutely straight lines or numerical abstractions; such entities exist only in the realm of pure mathematics. That the Pythagoreans and their intellectual successors thought that such mathematical perfection somehow constitutes the world)

S104 (hatta böyle düşünmenin faydalı olduğunu) doğa hakkında yepyeni bir düşünme biçimini başlattı ve o zamandan beri bilimsel düşüncede çok güçlü bir akım olan büyük matematiksel idealizm geleneğini başlattı. Pisagor'un, müzik tellerini ve ses tonlarını göz önünde bulundurarak evrendeki matematiksel düzenin derin kavrayışını elde ettiği varsayılır; uzunluğun yarısı yukarıdaki oktavı üretir, üçte biri daha yüksek beşinci tonu üretir, vb. Küçük tamsayılar ile gerçek dünya arasındaki bu beklenmedik bağıntıya dayanarak, Pisagor ve takipçileri matematiksel araştırmalarını genişletti. Tek ve çift sayıların sınıflandırılması gibi bazı sonuçları bize olağandışı görünüyor; 1, 2, 3 ve 4 (= 10) sayılarının toplamını temsil eden kutsal bir üçgen (Tetratkys) ya da kadınlığın 2'sini kadınla birleştirmede evlilik kurumunu 5 sayısı ile ilişkilendirmeleri gibi diğerleri. 3 erkeklik, tuhaf bir numeroloji olarak kolayca düşüneceğimiz şeyi yansıtıyor. Tabii ki, Pisagor, adını taşıyan geometri teoreminin keşfiyle tanınır. Herhangi bir dik üçgen için (cebirsel formülasyonu kullanmak için), a 2 + b 2 = c 2 , burada c üçgenin hipotenüsü ve a ve b bacaklardır. (Bkz. şekil 4.1.) Pisagor teoreminde gizlenen, tüm doğru uzunluklarının diğer birim uzunluklarının oranları veya kesirleri olarak ifade edilemeyeceğini söyleyen bir sonuçtur. Bazı doğru çiftleri (bir bacak ve bir karenin köşegeni gibi) ölçülemezdir, yani oranları herhangi bir tamsayı çifti ile ifade edilemez. Pisagorculara göre 2'nin karekökü 'alogon', yani anlatılamaz olandı. İrrasyonelliğin keşfi, Pisagor'un tamsayılara olan bağlılığını ve dünyadaki matematiksel armonileri araştırma programını altüst etti ve güya, irrasyonel olanın bilgisi bu nedenle Pisagor kültünün en derin sırrı olarak tutuldu. Bu keşifler hakkında yapılması gereken daha temel nokta, matematiksel kanıtın kesinliklerini göstermedeki rolüdür. En şüpheci denetçinin bile adım adım kaçınılmaz Q.E.D.'ye zorlandığı tümdengelimli akıl yürütme ve kanıtın icadı. (“böylece kanıtlanmış”), matematik, mantık ve bilim tarihlerinde dikkate değer bir yenilikti. Mısırlılar Pisagor üçlülerini biliyorlardı (3-4-5 dik üçgenlerde olduğu gibi Pisagor teoremine uyan tam sayılar) ve Babilliler bunları listeleyen tablolar hazırladılar. Ama Pisagorculara kadar kimse onlarda kanıtlanacak bir teorem görmedi. Pisagorcularla titiz matematiksel gösterimler tam olarak gelişmiş görünmüyordu ve aksiyomatik ve tümdengelimli bir düzlem geometrisi geliştirme süreci, Öklid Elementlerini MÖ 300 civarında derleyene kadar devam etti. Bununla birlikte, matematiği doğal felsefe olarak incelemenin, Yunan matematiğini pratik aritmetikten saf aritmetik ve geometriye çevirmenin ve ispatı bilgi iddialarını haklı çıkarmak için bir araç ve model olarak geliştirmenin kredisi ilk Pisagorculara aittir. Miletoslular, Pisagorcular ve onların ardılları tarafından temsil edilen farklı gelenekler, Sokrates öncesi dönemde Yunan doğa felsefesinin üzerinde anlaşmaya varılmış bir birlikten yoksun olduğunu ve farklı düşünce okullarına bölündüğünü açıkça ortaya koymaktadır. Bu bağlamda, Sokrates öncesi doğa filozoflarının diğer iki büyük grubundan en azından kısaca bahsetmek gerekir: atomcular ve sözde değişim filozofları. Atomcular, bilhassa Miletoslu Leucippus (MÖ 435) ve Abderalı Demokritos (MÖ 410), dünyanın en az indirgenebilir atomlardan oluştuğunu hayal ederek bir yüzyıl önceki Miletos meydan okumasına kendi yollarıyla karşılık verdiler. bölünmez madde parçacıkları. Bu teorisyenler, boşluktaki atomların şekil, konum, hareket ve dizilimindeki farklılıkların, etrafımızdaki nesnelerde gördüğümüz farklılıkların temel nedeni olduğunu varsaydılar. Antik atomculuk, rastgele atomların doğada kozmik tesadüf dışında nasıl tutarlı veya kalıcı bir modele sahip olabildiğini açıklamakta ciddi bir zorlukla karşı karşıya kaldı ve atomcu felsefe böylece ateizm için bir ün kazandı. Havanın cisimselliğini (su altında tutulan bir şişe hava) göstermek için tasarlanmış bazı atomist gösteriler, erken bilimsel deneyler olarak görülebilir, ancak amaçları test etmek değil, örneklemek olanlardır. Atomizm, özellikle Romalı şair Lucretius'un şahsında küçük bir taraftar topladı, ancak hareket, on yedinci yüzyıl Avrupa'sında yeniden canlanmasına ve on dokuzuncu yüzyılda modern atom teorilerinin ortaya çıkmasına kadar kesinlikle küçük bir düşünce dalıydı. Gerçekten de genellikle antik atomizme gösterilen ilgi, eskilerden çok bizim ilgimizi yansıtıyor. Pre-Sokratikler, araştırmalarını etraflarındaki cansız dünyayla sınırlamadılar, aynı zamanda canlı dünyaya dair doğal felsefi araştırmaları başlattılar.

S105 Örneğin, Croton'lu Alcmaeon'un (MÖ 500), anatomik araştırmalara giriştiği ve sırf öğrenmek için teşrih yaptığı(kadavra incelemek,kesip parçalara ayırmak) bildiriliyor. Efesli Herakleitos (MÖ 500) ve Elealı Parmenides (MÖ 480), dünyada değişim olarak deneyimlediğimiz şeyin doğası üzerine büyük bir tartışma başlattıkları için “değişimin filozofları” olarak etiketlenirler. Herakleitos, değişimin sürekli olduğunu, her şeyin aktığını, aynı nehrin asla iki kez geçilmeyeceğini savundu. Parmenides, duyularımızın açık kanıtlarına rağmen hiçbir şeyin değişmediği, değişimin bir yanılsamadan başka bir şey olmadığı radikal fikrine karşı çıktı. Tartışma önemliydi çünkü değişimi açıklamayı doğal felsefenin merkezine yerleştirdi. Miletosçular ve Pisagorcular soruyu dikkate almamış gibi görünseler de, Parmenides'ten sonra bu kaçınılmazdı: doğal felsefenin açıklaması gereken şey yalnızca dünya değil, dünyadaki görünür akıştır. Herakleitos-Parmenides tartışması aynı zamanda duyular ve şeyleri nasıl bilebileceğimizle ilgili temel soruları da gündeme getirdi. Bu sorular kısmen algı psikolojisini (örneğin suda bükülen çubuk, kırmızı elmanın kırmızısı) ve duyuların genel güvenilirliğini içeriyordu. Başka bir düzeyde, bilginin duyulara veya aslında herhangi bir şeye dayalı olup olmadığı ve eğer öyleyse, nasıl temellendirilebileceği ile ilgilendiler. Doğa bilimi için sonuç, bundan böyle doğa hakkındaki her bilgi iddiasının biçimsel olarak kendi içsel kanıtı ve akıl yürütmesiyle desteklenmesi gerektiği değil, aynı zamanda (ya örtülü ya da açık olarak) neden olduğuna dair ayrı bir mantık tarafından eşlik edilmesi gerektiğiydi. herhangi bir kanıt veya gerekçe, bu tür iddiaları destekleyebilir. Hipokrat tıp geleneği Helenik dönemde ortaya çıktı - beşinci yüzyılın büyük doktoru Cos Hipokrat'a (MÖ 425) atfedilen tıbbi literatürün kolektif gövdesi. Akıl, ihtiyatlı gözlem, tıbbi kehanet ve doğal şifaya yaptığı vurgu ile Hipokrat geleneğinde, doğa filozoflarının izlediğine benzer çok sayıda doğal bilgi ve bilimsel düşünce bulunur. Örneğin, çağımızın on dokuzuncu yüzyılına kadar etkili olan bir görüşü dile getiren Hipokrat teorisyenleri, dört elementi (toprak, hava, ateş ve su) dört vücut sıvısı (kan, balgam, sarı safra ve kara safra) ile ilişkilendirdiler. ve ardından sağlığın mizahlar arasında ve arasında bir dengeyi temsil ettiğini savundu. Bu şekilde Hipokrat tıbbı Aristotelesçi unsurlara ve onun fiziğine ve kozmolojisine bağlandı, ancak aynı zamanda, önceki şekilde belirtildiği gibi, Hipokrat geleneği bu kavramları anatomi, fizyoloji ve biraz sonra insan mizacına kadar genişletti. Tanının veya hastalığın nedenini belirlemenin çok önemli olduğu veya en azından tedaviden önce olduğu günümüz tıbbından farklı olarak, Hipokrat ve takipçileri için bir hastalığın seyrini ve sonucunu tahmin etmek, bir doktorun becerisini belgeledi ve hastalara dengeyi yeniden sağlamak için temel sağladı. Hipokrat tıbbının şüpheciliği -kesin bilginin mümkün olduğuna dair şüphe- onu doğa felsefesinin birçok spekülasyonundan ayırır. Antik tıp, doğa felsefesinden çok uygulamaya ve zanaata bağlı kaldı ve “bilimsel hekimler”, birçok “okul” ve sihir, büyü ve rüya tedavilerini içeren çeşitli şifa sanatlarıyla rekabet etti. Doktor adaylarının 'zarar vermemeye' söz verdikleri ünlü Hipokrat Yemini, Hipokrat doktorlarının öne çıktığı ve günümüz doktorlarının da aynı şekilde yaptığı bir yoldu. Yunan dünyasında, açıkça tanımlanabilir tıbbi kurumlar, özellikle, tanrılaştırılmış doktor ve Apollon'un sözde çocuğu Asklepios'a adanmış tapınaklarda ve kült merkezlerinde bulunabilirdi. Asklepiyonlar veya şifa merkezleri Cos, Epidauros, Atina ve başka yerlerde ortaya çıktı. Antik çağda tıp uygulamaları düzenlenmiyordu ve doktorlar genellikle geziciydi. Tıp son derece uzmanlaşmış bir ticaretti ve uygulayıcılar zengin olabilir. Şehir devletleri savaş zamanında doktorlarla sözleşme yaptı, ancak genel olarak Hipokrat ve diğer doktorlar, siyasi devletten veya herhangi bir hükümet bürokrasisinden bağımsız olarak çalıştılar.

S107 İlk Yunan doğa filozofları doğayla ilgili soyut araştırmalar başlatmış olsalar da, çabalarında birlik yoktu ve geleneklerinde sürekli bilimsel araştırma gibi bir şey yok. Bu, MÖ dördüncü yüzyılda Platon ve Aristoteles'in iki büyük entelektüel senteziyle değişti. Platon'dan önce Yunan kozmolojisinde veya astronomik teoride bir fikir birliği yoktu. Bunun yerine, Sokrates öncesi gelenek, önerilen modellerin çeşitliliğiyle ünlüydü. MÖ altıncı yüzyılda Milet'li Anaximander, dünyanın düz yüzeyinde yaşayan insanlarla birlikte uzayda doğal olarak yüzen bir disk olduğunu varsaymıştı. Göklerde ateşten çarklar vardır ve gördüğümüz ışık saçan gök cisimleri aslında ateş çarklarında deliklerdir; yıldızların çarkı dünyaya en yakın, güneşin çarkı en uzak; tutulmalar deliklerin tıkanmasından kaynaklanır; ve belirli matematiksel oranlar, göksel çarkların konumunu yönetir. Bu kozmolojik model, bir model olması bakımından dikkate değerdir - gerçek şeyin basitleştirilmiş bir simülasyonu, inşa edebileceğimiz bir benzerlik. Anaksimandros'un görüşü, Mısır ve Mezopotamya kozmolojilerinin yanı sıra (dünyanın hava tarafından kaldırılan bir masa olduğunu savunan) Anaksiminler'in sonraki modelinden daha karmaşıktır, çünkü Anaksimandros, dünyayı neyin desteklediğini, yani dünyanın konumlandırıldığını açıklayabilir. hiçliğin ortasında. Pisagorcuların modeli, dünyayı kozmosun merkezinden uzaklaştırdı ve onun (ve muhtemelen güneşin) belirsiz bir merkezi ateşin ve daha da gizemli bir karşı-Dünya'nın etrafında döndüğünü savundu. ( in that Anaximander can account for what supports the earth, that is, the earth positioned in the middle of nowhere. The model of the Pythagoreans displaced the earth from the center of the cosmos and held that it (and probably the sun) went around some vague central fire and an even more mysterious counter-Earth. )Bu modellerin mekanik ve belli belirsiz matematiksel karakteri, onları belirgin bir şekilde Yunan icatları haline getirdi, ancak savunucuları hiçbir ayrıntıyı takip etmedi veya detaylandırmadı. Atinalı Platon'un durumu (MÖ 428-347) ve onun geometrik astronomisi, bizi Sokrates öncesi dönemin kuruluş çağının ötesine taşır ve bizi sağlam bir şekilde klasik dördüncü yüzyıl Yunanistan'ına götürür. Platon, 'felsefeyi gökten indiren' beşinci yüzyıl ustası Sokrates'in öğrencisiydi. Gençliğinde Sokrates'in doğa felsefesiyle ilgilendiği söylenir, ancak doğayı incelerken kesin hiçbir şeyin öğrenilemeyeceği sonucuna varmıştır ve bunun yerine dikkatini insan deneyimini ve iyi yaşamı incelemeye odaklamıştır. Ancak siyasi yetkilileri gücendirdi ve ölüme mahkum edildi. MÖ 399'da idamından sonra, felsefenin mantosu, görünüşe göre doğal dünya hakkında doğrudan açıklamalar yapmaya daha hazır hisseden Platon'a geçti. Platon, Atina'daki Akademisi (800 yıl hayatta kalan) olan özel bir okul kurarak felsefe ve doğa felsefesi girişimlerini resmileştirdi. Akademinin kapılarının üzerinde 'Geometri bilmeyenler girmesin' sloganının yazılı olması anlamlıdır. Geometri, Platon ve felsefesi için bir entelektüel disiplin biçimi ve metafizik olarak soyut ve mükemmel olan her şey için bir model olarak önemliydi. Platon'un toprak, hava, ateş, su ve ekstra bir eterin temel unsurlarını, her biri aynı düzenli çokgen yüzlere sahip, her biri aynı düzenli çokgen yüzlere sahip, mükemmel olarak adlandırılan beş katı, üç boyutlu çokyüzlü ile tanımladığı için, geometri Platon'un madde teorisinin anahtarıydı. sayının sadece beş olabileceğini kanıtlamıştı. (Bkz. şekil 4.2.) Fakat Platon'un kendisi ciddi bir geometri veya matematikçi değil, bir filozoftu. Gökbilimci de değildi. Gökleri gözetmedi ve yapanları küçümsedi. Bununla birlikte, Platon Timaeus'unda, çeşitli gök cisimlerini taşıyan bir dizi dönen kabuk veya küreye mekanik olarak ortak bir eksen boyunca mekanik olarak bağlanan merkezi bir dünyayı içeren oldukça karmaşık bir cennet modeli sunar. Platon'un kozmolojisinin mistik bir parçası ve yüzyıllardır ortak bir felsefi görüş, göklerin canlı ve ilahi olduğuna inanıyordu. Kozmoloji etkili olmasına rağmen, birçok bakımdan Sokrat öncesi dönemin önceki modellerine göre bir ilerleme değildi. Ancak önemli bir hususta, Platon astronomi ve bilim tarihi üzerinde derin ve kalıcı bir etki yaptı: Yunan astronomlarını araştırma problemlerini çözmeye yöneltti. Platon, gök cisimlerinin sabit bir dünya etrafında daireler çizdiğine inanıyordu. Bu görüşü, duyusal kanıtların da doğruladığı gibi, güneşin, ayın, gezegenlerin, sabit yıldızların ve gökteki her şeyin gökyüzünde dairesel yaylar halinde her 24 saatte bir hareket ettiğini gözlemlediği için değil. Göklerin hareketlerinden ayrı olarak esasen değişmediği inancı da yalnızca önceki nesillerin rapor edilmiş deneyimlerine dayanmıyordu. Bunun yerine Platon, göksel hareketle ilgili görüşlerini ilk ilkelere dayandırdı. Görkemleri ve neredeyse ilahi statüleri nedeniyle Platon, cennetlerin ebedi, aşkın ve kusursuz saf Form dünyasının bir düzenlemesini temsil ettiğine inanıyordu. Platon'un Formlar dünyası, değişen dünyamızın yalnızca soluk ve kusurlu bir yansıması olduğu, değişmeyen bir ideal gerçeklik oluşturur.( Plato believed that the heavenly bodies revolve in circles around a stationary earth. He held this opinion not because he observed that the sun, moon, planets, fixed stars, and everything in the heavens move in circular arcs across the sky once every 24 hours, which sensory evidence confirms. Nor did his belief that the heavens were essentially unchanging apart from their motion rest only on the reported experience of previous generations. Rather, Plato held his views concerning celestial motion on first principles. Because of their majesty and virtually divine status Plato believed that the heavens represent an embodiment of the eternal, transcendent, and perfect world of pure Form. Plato’s world of the Forms constitutes an unchanging ideal reality, of which our changing world is only a pale and imperfect reflection.)

S112 Bu nedenle, dairesel hareket göklere uygun tek hareketti, çünkü daire, başı ve sonu olmayan sabit bir eğrilik figürüdür. Formlar dünyasının mükemmelliğini sadık bir şekilde yansıttıkları için, Platon da aynı şekilde, göklerin zorunlu olarak tek biçimli hareket etmesi gerektiği sonucuna vardı; tekdüze hareket, değişimin kusurunu ele vererek hızlanmaz veya yavaşlamaz, ancak sabit ve sapmasız kalır. Göksel kürelerin düzgün dairesel hareketi bundan sonra antik çağda sorgulanmadı. Gökyüzündeki hareketlerin çoğu dairesel gibi görünse de, bazı hareketler açıkça dairesel değildir ve eşit derecede açıkça tekdüze değildir. Yıldızların günlük hareketi, güneşin gökler etrafındaki yıllık yolculuğu ve ayın aylık dönüşü görünüşte daireseldir, ancak göklerdeki diğer hareketler, özellikle gözlemlendiği gibi gezegenlerin veya 'gezici yıldızların' hareketi değildir. aylık bir süre boyunca. Sabit yıldızların arka planına göre, gezegenler rotalarında yavaşlar, dururlar, geri hareket ederler, tekrar dururlar ve tekrar ileri hareket ederler, gökyüzünde büyük, dairesel olmayan döngüler süpürürler. Platon'un ünlü tabiri kullanmak gerekirse, astronomlardan daireler ve tekdüze mükemmel dairesel hareketle 'fenomenleri kurtarmalarını' emrettiğinde, gezegenlerin 'istasyonları ve gerilemeleri' ile ilgili en büyük sorun buydu. Gezegenlerin istasyonlarını ve geriye gidişlerini açıklamak, Platon döneminden MS 16. yüzyılda Kopernik sonrasına kadar yaklaşık 2.000 yıl boyunca astronominin temel sorunuydu. Açıkça, Platon'un çağrısıyla ve bu dereceye kadar sistematize edilmiş teorik ve gözlemsel bilgilerle yeni bir şey ortaya çıktı ve gördüğümüz şey yeni bir tür bilimsel araştırma. Gezegensel hareketler zorluklar ortaya çıkardı, Platon gezegenlerin bir yönde (dairesel olarak) hareket ettiğine inanıyordu ve gözlemleri onların başka bir şekilde (bir döngü içinde) hareket ettiğini gösteriyordu; çözülmesi gereken bariz bir çatışma, araştırma alanı vardı. Ancak önemli çelişkiye dikkat edin: Platon ve takipçileri gibi, gezegenlerin göründüklerinden farklı, bu durumda düzgün dairesel hareketle hareket etmeleri gerektiği düşünülmedikçe, gözlemlenen istasyonlar ve gerilemelerle ilgili hiçbir sorunlu şey yoktur. Platon tarafından başlatılan astronomik paradigma, apaçık fenomenlere yönelik basit bir “araştırmanın” başlangıcından fazlasını temsil eder; Platon'un Formlar ve çevrelere yönelik önceki felsefi (teorik) taahhütleri, araştırılacak fenomenleri ortaya çıkardı. Böylece Platon, doğa felsefesinde daha önce hiçbir problemin olmadığı bir sorunu tanımladı. Ancak Platon'un paradigmasının astronomideki önemi daha da ileri gider: O aynı zamanda teorisyenler ve astronomlar için gezegenler sorununa neyin uygun veya kabul edilebilir çözümler oluşturduğunu, yani görünüşte tek biçimli olmayan görünümler üretmek için düzgün dairesel hareket kullanan modelleri tanımladı. Başka hiçbir şey bulmacanın çözümü olarak nitelendirilemez. Dördüncü yüzyıl astronomları sorunu ele aldılar ve astronomi ve kozmolojide küçük ama farklı bir araştırma geleneği oluşturdular. İlk yanıt veren Platon'un öğrencisi Knidoslu Eudoxus (M.Ö. 365 yıl) oldu. O, merkezi bir dünya etrafında çeşitli şekillerde dönen yirmi yedi iç içe (eş merkezli) gök küresinden oluşan gökler için bir model önerdi. Eudox modeli, evreni büyük bir kozmik soğana benzer bir şeye dönüştürdü. Kürelerden bazıları, yıldızların, güneşin ve ayın görünür hareketini açıklamak için konuşlandırıldı ve her geriye giden gezegene dört dönen küreden oluşan bir sistem atandı: biri günlük hareketi, biri göklerdeki periyodik hareketi açıklamak için ve iki , zıt yönde hareket ederek ve “su aygırı” olarak bilinen, istasyonlar ve gerilemelerin 8'e benzer bir yolunu çizerek. Model “çalıştı”, ancak onunla ilgili sorunlar vardı. Dört mevsimde gözlemlenen eşitsizlik (hepsi gün olarak aynı uzunlukta değildir) birdir ve bunu açıklamak için Eudoxus'un daha genç bir çağdaşı olan Kyzikoslu Callipus (fl. güneş için küre ve kürelerin sayısını toplamda otuz beşe çıkarmak. Ama model hala kusurluydu, özellikle de, tüm bu küreler birbirinin hemen altında ve üzerinde farklı hızlarda ve eğilimlerde dönerken evrenin mekanik olarak nasıl işlev görebileceğini açıklayamamıştı. Bir sonraki nesilde Aristoteles (MÖ 384-322) bu konuda elini teknik astronomide denedi ve bir dizi zıt küre ekleyerek onların sayısını elli beş veya elli altıya çıkardı.

Eş merkezli kürelerin Eudoxçu modeli ve onunla bağlantılı küçük araştırma geleneği, antik çağ bir yana, Helenik çağda pek hayatta kalmadı. Son tahlilde, Eudoxus'un yaklaşımını etkileyen entelektüel ve kavramsal problemlerin ölümcül olduğu ortaya çıktı. Bu problemler, mevsimlerin neden aynı sayıda gün olmadığını, Venüs'ün parlaklığının neden değiştiğini ve Venüs, Merkür ve güneşin neden her zaman birbirine yakın durması gerektiğini açıklayan zorluklar içeriyordu.

S115 MÖ 2. yüzyılda gökbilimciler eşmerkezciliğe alternatifleri aktif olarak değerlendiriyorlardı ve 500 yıl sonra Claudius Ptolemy'nin (MS 150) çalışmasında antik astronominin doruk noktası, göreceğimiz gibi, Platon, Eudoxus'un ne olduğuyla yalnızca belirsiz bir ilişkiyi gösteriyor. ve meslektaşlarının aklındaydı. Bu araştırma geleneği yine de birkaç temel açıdan dikkate değerdi. Birincisi, vaka, bu düzeydeki bilimsel araştırmaların ne kadarının bilimsel uygulayıcılar arasındaki fikir birliğine bağlı olduğunu açıkça ortaya koyuyor. Başka bir deyişle, Eudoxus, Callipus ve Aristoteles'in, Platon'un yaklaşımının temelde doğru olduğu konusunda hemfikir olmadıkça, az önce açıklanan ayrıntılı araştırmaları üstlenmelerinin bir anlamı yoktur. Örnek, bilimsel girişimin topluluk temelli doğasını Yunanca ve bürokratik görünümüyle bir kez daha açıkça ortaya koymaktadır. Bazı daha geniş anlamda gruplar, bireyler değil, bilimi uygular. Son olarak, kendi özel araştırmalarını sürdüren anonim Babilli astronomlar ve astrologlar arasındaki benzerleri gibi, Eudoxus, Callipus ve Aristoteles sadece doğa hakkında bir şeyler bilmiyorlardı, sadece doğayı manipüle etmiyorlardı ve sadece doğa hakkında teoriler üretmiyorlardı. Genel felsefi, metafizik ve teorik taahhütleri tarafından belirlenen çizgiler boyunca doğayı ayrıntılı olarak kontrol ediyorlardı. İnsanların doğaya yönelik araştırmalarına ilişkin tekniklerin cephaneliği, ilk Paleolitik ay sayımlarından önemli ölçüde genişlemişti. Aristoteles'e girin Aristoteles, bilim tarihinde bir başka dönüm noktası oldu. Mantık, fizik, kozmoloji, psikoloji, doğa tarihi, anatomi, metafizik, etik ve estetiği kapsayan çalışmaları, hem Helen Aydınlanmasının doruk noktasını hem de sonraki 2.000 yıl boyunca bilim ve yüksek öğrenimin kaynağını temsil ediyor. Aristoteles, geç antik çağda, ortaçağ İslam'ında ve biliminin ve dünya görüşünün sadece birkaç yüzyıl öncesine kadar bilimsel metodolojiyi ve araştırma gündemini tanımladığı erken modern Avrupa'da bilimsel geleneklere egemen oldu. MÖ 384'te kuzey Yunanistan'da Trakya'daki Stagira kasabasında doğan Aristoteles, babası Makedonya kralının kraliyet doktoru olan ayrıcalıklı bir aileden geliyordu. Gençliğinde Aristoteles, Platon ile çalışmak için Atina'ya gitti ve Platon'un 347'deki ölümüne kadar 20 yıl boyunca Akademi'nin bir üyesi olarak Atina'da kaldı. Daha sonra, Makedonya Kralı II. Büyük İskender olan oğlu İskender'i eğitmek için mahkemesi. İskender 336'da tahta geçip dünyayı fethetmeye başladıktan sonra, Aristoteles Atina'ya döndü ve kendi okulunu Lyceum'u kurdu. İskender'in 323'teki erken ölümünün ardından, Aristoteles Atina'yı terk etmeyi politik olarak ihtiyatlı buldu; Ertesi yıl 62 yaşında öldü. Yaygın olarak Aristoteles'in eseri olarak kabul ettiğimiz kapsamlı yazılar, bir dereceye kadar onun yaşamı boyunca ve bir dereceye kadar da ölümünden sonraki ilk iki yüzyıl boyunca müritleri tarafından derlendi. Her halükarda, ondan önce gelen doğa filozoflarının parçalarının aksine, birkaç kitabın tamamı hayatta kaldı. Gerçekten de, Aristoteles'in onların çalışmaları hakkındaki yorumları, onun selefleri hakkında bildiklerimizin çoğunu bize anlatır. Sosyolojik bir bakış açısından, tüm Helen bilim adamlarında olduğu gibi, Aristoteles'in araştırması herhangi bir devlet otoritesi tarafından yönlendirilmedi ve kurumsal bir bağlantısı yoktu. Kendi öğretim yeri olan Lyceum - Atina'nın eteklerinde bir koruluk - yaşamı boyunca resmi olarak bir okul olarak kurulmamıştı. Bu nedenle, bir dereceye kadar, teorik bilimin başarılarını gerçekten de kendisine atfettiği, boşta kalan entelektüellerden biriydi. Çalışmalarının özü, sosyolojik duruşunu yansıtıyordu - tamamen soyut ve mühendislik, tıp veya devlet yönetiminde kullanılması mümkün değildi. Aristoteles, teorik ve pratik bilgi, “spekülatif filozoflar” ve “[tıbbi] pratisyenler” arasındaki ayrımı kabul etmesine rağmen, araştırmasını doğa felsefesindeki özel çıkarlarıyla sınırladı. Hastalıkların tedavisine uygulanabilecek faydalı çalışmalara olanak sağlayabilecek olan anatomi ve biyoloji üzerine yazdığında bile, amaçlarını rasyonel bir kozmolojide canlıların yeri üzerine odakladı. Benzer şekilde, on yedinci yüzyıla kadar etkisini sürdüren hareket teorisi çalışmaları, tamamen teorik bir araştırma programının bir parçasını oluşturdu ve teknik veya ekonomik uygulamalarda pratik bir kullanımı olmadı. Aristoteles, bilim ve teknoloji arasındaki ilişkiyle ilgili olarak kendisini açık terimlerle ifade etti. İnsanlık gerekli pratik sanatları edindikten sonra, boş zamandaki entelektüeller saf bilimi geliştirdiler: “[pratik] her şey zaten sağlanmışken, ne zaruri ihtiyaçlarla ne de hayatın zevkiyle ilgilenmeyen bilimler keşfedildi ve bu, en erken, bu bilimlerin en erken yaşandığı bölgelerde gerçekleşti. erkeklerin boş zamanı vardı.”( “When everything [practical] had been already provided, those sciences were discovered which deal neither with the necessities nor with the enjoyment of life, and this took place earliest in regions where men had leisure.”)

S116 Merak, saf bilimin gelişmesi için motivasyon sağladı: “İnsanlar ilk önce [doğal] felsefeyi incelemeye yönlendirildi, bugün gerçekten olduğu gibi, merakla…. Bu nedenle, eğer cehaletten kaçmak için felsefeye yöneldilerse, bilimi faydacı uygulamalar için değil, bilginin kendisi için takip ettikleri açıktır.” Aristoteles'in görüşleri, bilinen Helen bilim adamları arasında teorik yönelimlerin pratik yönelimlere oranının kabaca 4'e 1 olduğunu gösteren çalışmalarımızla tutarlıdır.(Aristotle’s opinions are thus consistent with our studies that show the ratio of theoretical to practical orientations among known Hellenic scientists to have been roughly 4 to 1. ) dünya görüşünün birliği ve evrenselliği. Doğal dünya ve insanlığın bu dünyadaki yeri hakkında kapsamlı, tutarlı ve entelektüel açıdan tatmin edici bir vizyon, kapsam ve açıklayıcı hırs bakımından benzersiz bir vizyon sundu. Aristoteles'in fiziğinin ve aslında Aristoteles'in tüm doğa felsefesinin haklı olarak sağduyu bilimini temsil ettiği söylenir. Platon'un aşkıncılığından farklı olarak Aristoteles, duyum ve gözlemin geçerli olduğunu, aslında bilgiye giden tek yolu temsil ettiklerini savundu. Aristoteles'in görüşleri, günlük gözlemlerle ve bildiğimiz dünyanın sıradan deneyimleriyle tekrar tekrar uyumludur (çoğu zaman basit gözlemle çelişen ve kabul edilmeden önce duyuların yeniden eğitilmesini gerektiren modern bilimin aksine). Aristoteles, Pisagorcuların veya Platon'un takipçilerinin nicel ve aşkın yaklaşımlarına karşıt olarak şeylerin duyulur niteliklerini(sensible qualities) vurguladı. Aristoteles'in doğa felsefesi bu nedenle daha sağduyulu ve bilimsel olarak umut vericiydi. Aristoteles'in madde teorisi, onun genel kozmos vizyonuna kolay bir giriş sağlar. Toprak, hava, ateş ve su olmak üzere dört elemente bağlı kalarak Empedokles ve Platon'u takip etti. Fakat elementlerin soyut çokyüzlülerden oluştuğuna inanan Platon'un aksine, Aristoteles onları daha da temel nitelik çiftlerinden oluştuğunu düşündü: sıcak, soğuk, ıslak ve kuru, teorik olarak niteliksiz bir 'ilk madde' ya da ilk malzeme. Böylece, şekil 4.5'te gösterildiği gibi, yaş ve soğuk nitelikleri su, sıcak ve kuru = ateş, ıslak ve sıcak = hava, soğuk ve kuru = toprak elementini oluşturur. Sıradan toprak ve diğer tüm bileşik cisimler, hiçbir zaman izole bir halde bulunmayan saf elementlerin karışımlarıdır. Ve yine, gerçekliği yalnızca Formların aşkın dünyasında bulan Platon'un aksine, Aristoteles, deneyimlediğimiz dünyanın maddi olarak gerçek olduğunu, çünkü dünyadaki nesnelerin (tablolar ve ağaçlar gibi) temel madde ve Formun ayrılmaz karışımları olduğunu savundu. Aristoteles'in madde teorisi, örneğin, suyun kaynamasını, soğuğun niteliğinin yerine sıcak niteliğini koyarak suyun 'hava'ya dönüşmesi olarak açıklamakta, son derece rasyoneldir ve deneyime uygundur. Bu durumda, ateş uygulaması, sıcak ve ıslak havanın yerine soğuk ve ıslak suyun yerini alır. Unutulmamalıdır ki, elementlere ilişkin bu tür niteliksel bir teori, niteliklerin niteliksiz bir prima materia veya “ilk madde” üzerine yansıtılması ve dolayısıyla teorik olarak örneğin kurşununu soymak için simya için teorik bir temel sağlar. nitelikleri ve altının niteliklerini ikame eder. Aristoteles'in otoritesi kadar teori de simya girişimini meşrulaştırdı. Aristoteles için hareket fiziği - yer değişikliği - büyüme, mayalanma ve bozulma gibi genel olarak sadece özel bir değişim veya değişim durumudur. Her elementi doğasına göre bir hareketle ilişkilendirdi: toprak ve su, ağır olduklarından, doğal olarak evrenin merkezine (yani yeryüzüne) doğru hareket ederler; hava ve ateş, hafif olduklarından, doğal olarak merkezden uzaklaşırlar. Modern fiziğin eylemsiz hareketi açıklamak için başka hiçbir şeye ihtiyaç duymadığı gibi, bu içsel hareketi açıklamak için başka hiçbir şeye gerek yoktur. Buna göre, her element evrende bir yer, sözde doğal yeri arar: merkezde eşmerkezli su, hava ve ateş kabukları ile katmanlı toprak. Bu nedenle, teorik analizi doğada gözlemlediklerimizle, dünyanın tepesindeki göller ve okyanuslarla, suda yükselen hava kabarcıkları ile, suların ve yeryüzünün üzerindeki atmosfer ile ve havada yükselen ateş ile iyi uyum sağlar. gökte parlayacak meteorlar. Gerçekten de, teorik olarak, kozmik merkezi çevreleyen eşmerkezli toprak, su, hava ve ateş kabuklarının mükemmel bir şekilde küresel olmamasının nedeni, karasal bölgenin değişim, şiddet, kusur ve bozulma alanını temsil etmesidir. Kusursuz, değişmez ve bozulmaz göksel bölgelerin aksine, Dünya'da her şey karmakarışıktır. Bu varsayımları desteklemek için Aristoteles deneysel doğrulamaya atıfta bulundu.

S119 Bir kişi bir torba veya hava kesesini suya batırmaya çalışırsa, havanın doğal yerinden su alemine yer değiştirmesine karşı direnç hissedilir ve balon zorla batırılır ve sonra serbest bırakılırsa, kendiliğinden hava alemine geri döner. Aristoteles'in dünya şemasında, üzerinde yaşadığımız dünya esasen küreseldir ve evrenin merkezinde tamamen hareketsizdir. Olağanüstü bir düşünce deneyinde, dünyayı merkezden uzaklaştırabilseydik, doğal olarak merkeze döner ve orada yeniden toplanırdı, tıpkı taşların doğal yerlerine dönmek için hava ve su yoluyla merkeze geri dönmesi gibi. Böylece, Aristoteles'in yermerkezli kozmolojisi -küre şeklindeki dünyanın kozmosun merkezinde hareketsiz kaldığı fikri- fiziğin otoritesi tarafından desteklenir ve hareket halindeki dünya ve hareket halindeki gökyüzü hakkındaki duyusal deneyimimizi doğrular. Aristoteles, örneğin, ay tutulmaları sırasında ayın üzerine bıraktığı gölgeden, dünyanın küreselliğini doğruladı; ve hareket eden bir dünyaya karşı sağduyulu argümanlar sundu, örneğin, dümdüz yukarı atılan bir topun başlangıç ​​noktasına geri düştüğü ve dünya altta dönerken geride bırakılmadığı gözlemi gibi. Dünyanın bölgesinde (yukarı veya aşağı) ve göklerin bölgesinde (daima dairesel) farklı doğal hareketler meydana geldiğinden, Aristoteles'in kozmolojisi iki bölgenin fiziği arasında keskin bir ayrım yapar. Karasal nesneler doğal olarak hareket ettiğinde, yani hareket canlı veya harici bir hareket ettirici tarafından başlatılmadan veya sürdürülmeden, ağır veya hafif olmalarına bağlı olarak yukarı veya aşağı, dünyanın merkezine doğru veya uzağa doğru hareket ederler. Karasal veya ay altı alem, dört elementin doğal yerlerini aradığı, ayın yörüngesinin altındaki dünya olarak tanımlanır. Ayın üzerindeki gökler, beşinci bir unsurun göksel alemidir - özü, Aristoteles'in eteridir. Bu element hiçbir zaman diğer elementlerle birleşmez ve onlardan farklı olarak bozulmazdır ve sadece saf halde, göklerde kendi aleminde ayrı ayrı bulunur. Aristoteles, doğal bir hareketi de eterle ilişkilendirdi, merkeze doğru veya merkezden uzağa doğru düz bir hareket değil, merkezin etrafındaki mükemmel daireler. Göksel bölgenin mükemmelliğinin bu görünüşte metafizik doktrini aynı zamanda natüralist gözlemlere dayanmaktadır - göksel nesneler aslında küresel gibi görünmektedir ve (en azından günlük hareket halinde) dünyanın etrafında mükemmel daireler çiziyormuş gibi görünmektedir. Akış ve değişim dünyamızdan gözlemlediğimiz göklerin kalıcı ve değişmeyen yüzü, eterin değişmez karakteri ile ilgilidir. Karasal ve göksel alemler için ayrı hareket yasalarına sahip bu ikili fizik, günlük deneyim ve gözlemle tutarlıydı ve Newton'un hareket yasalarının ve tüm kozmos için tek bir fiziği varsayan evrensel çekimin yerini aldığı on yedinci yüzyıla kadar bozulmadan kaldı. Toprak, su, ateş ve havadan oluşan cisimlerin doğal olarak meydana gelen yukarı veya aşağı hareketine ek olarak, çevremizdeki dünyada gözlemlenen, bir okun uçuşu gibi kendiliğinden olmayan hareket, açıklama gerektirir. Aristoteles, tüm bu tür hareketleri zorunlu veya şiddetli (doğala karşı) hareket olarak tasavvur etti. Böyle bir hareketin her zaman bir dış hareket ettiriciye, söz konusu harekete neden olmak için bir tür dış kuvvet uygulayacak birisine veya bir şeye ihtiyaç duyduğunu ilan etti. Ayrıca, hareket ettirici nesne ile sürekli temas halinde olmalıdır. Örneklerin büyük çoğunluğunda Aristotelesçi hareketçiler kolayca tanımlanabilir ve ilke açıkça doğrulanabilir: at arabayı çeker, rüzgar yelkeni uçurur ve el kalemi yönlendirir. Ancak paradoksal karşı örnekler mevcuttur: hareket ettiricisiyle temasını kaybettikten sonra uçuşta olan ok veya cirit. Bu durumlarda taşıyıcı nerede? (Aristoteles'in kendisi, ortamın bir şekilde itmeyi yaptığını söyledi.) Ayrıca, Aristoteles'e göre hayvanların veya bitkilerin görünüşte hareketsiz hareketi, ruhlarının yetilerinden -hayvan ya da bitki (ya da, insan söz konusu olduğunda, rasyonel) türemiştir. sahip oldukları ruhlardır. Şaşırtıcı bir savrulma hareketi durumu dışında, Aristoteles'in teorisi, fiziksel dünyanın en azından rastgele gözlemleriyle tutarlı görünmektedir. Aristoteles bu genel ilkelerin ötesine geçti ve kuvvet, hız ve direnç arasında ve bunlar arasında nicel ilişkiler olduğunu öne sürdü. Elde ettiği sonuçlar açıkça mantıksız değildi. Sahilde sürüklenen bir tekne örneğini verdi. Açıktır ki, tekne kendi kendine hareket etmeyecektir; harici bir itici güç gereklidir. Bu kuvvet, herhangi bir hareket meydana gelmeden önce tekne ile kum arasındaki sürtünmenin direncini aşmak için yeterli olmalıdır; ve teknenin bundan sonra hareket ettiği hız, bu minimumun ötesinde ne kadar kuvvet uygulandığına bağlıdır.

S121 Çekiciler ne kadar sert çekerse, tekne o kadar hızlı gider; Sürtünme ne kadar büyükse, o kadar yavaş gider. Düşen bir cisim durumunda, itici kuvvet cismin ağırlığı ile orantılıdır, bu nedenle ağır cisimler hafif cisimlerden daha hızlı aşağı düşecektir (bir cisim ne kadar topraklı olursa, o kadar ağırdır ve o kadar ağırdır). doğal yerine inmek için kolayca “havayı böler”). Bu kavram Aristoteles'in ilkelerinden çıkar ve gözlemlediklerimizle uyum içindedir. Örneğin, ağır bir kitap, hafif bir kağıt yaprağından daha hızlı düşer. Benzer şekilde, aynı nesne suya havaya göre daha yavaş düşer ve balda veya erimiş kurşunda daha yavaş düşer, hatta yüzebilir. Bu ve diğer birçok yönden, Aristoteles'in kavramları gözlemlediğimiz ve deneyimlediğimiz şeyler için geçerlidir. Aristoteles'in bilimi, günlük sağduyuyla ve insanların o zamanlar ve şimdi gerçekten gözlemledikleri ve deney yoluyla veya başka yollarla deneysel kanıtların kolayca elde edilebildiği şeylerle büyük ölçüde uyumludur. Onun doğa felsefesinin neden bu kadar uzun süre hüküm sürdüğü kolayca anlaşılabilir. Aristoteles'in hareket yasasından, tarihsel olarak önemli bir başka ilke, hareketin kayda değer bir yoğunlukta bir ortamda gerçekleşmesi gerektiği fikrini takip eder. Başka bir deyişle, boşlukta hareket imkansızdır. Vakumdaki hareket, dirençsiz hareketi ifade eder; ama direnç sıfıra doğru yönelirse, hareket eden bir cismin hızı sonsuz derecede büyük olur; bu, bir cismin sonsuz hızda hareket edebileceğini ve dolayısıyla aynı anda birden fazla yerde olabileceğini ima eder, tüm deneyimlerle tamamen tutarsız görünen bir saçmalık. Aristoteles'in boşluğu reddetmesinin bir sonucu, atomların içinde hareket ettiği varsayılan boş uzay doktrinini reddederek atomizmin reddiydi. Aristoteles için uzay tamamen doldurulmalıdır. Aristoteles'in hareket anlayışının gücü ve kapsayıcılığı, zaman zaman kendisine yöneltilen itirazların üstesinden geldi. Bir ortamdaki hareket üzerine Aristotelesçi görüşleri devirmek ve onları alternatif bir doktrinle değiştirmek, nihayetinde derin bir bilimsel devrim gerektirecektir. İki bin yıl boyunca Aristoteles'in dünyanın özü, yer kavramı, kozmoloji ve hareketin ilkeleri ve gözlemlenen etkileri hakkındaki görüşleri büyük anlam ifade etti ve buna göre Yunan geleneğinde doğal felsefe okuyanlar tarafından benimsendi ve paylaşıldı. Aristoteles'in dünya görüşünün temeli olmalarına rağmen, fizik bilimlerini Aristoteles'in düşüncesini analiz ederken gereğinden fazla vurgulamak yanlış olur. Aristoteles, gözlemci -neredeyse deneysel denebilir- biyolog ve taksonomist olarak son derece etkili ve son derece yetenekliydi. (Ancak, biyoloji kelimesinin çağımızın on dokuzuncu yüzyılına kadar ortaya çıkmadığını hatırlamalıyız.) Örneğin civciv embriyosunun gelişimini dikkatle gözlemleyerek deneysel araştırmalar yaptı. Yazılarının üçte biri gibi bir şey biyolojik konularla ilgilidir. Aristoteles'in çok önemli olan değişim konusunu açıklamak için kullandığı model, çok önemli bir şekilde fizikten değil, biyolojiden türetilmiştir. Canlıların büyümesi ve gelişmesi, klasik potansiyel meşe örneğinde olduğu gibi, bir oluş, oluş süreci, şeylerde “potansiyel olanın gerçekleşmesi” sürecini içeren değişimle Aristoteles için bir değişim modeli sağlamıştır. gerçek meşe palamudu içinde. Büyüme veya değişim, yalnızca potansiyel olarak zaten var olan özellikleri ortaya çıkarır, böylece Parmenidyen paradoksun yoktan bir şey yaratmasından kaçınır. Ayrıca, Aristoteles'e göre, bir formun ortadan kalkması, bir diğerinin oluşmasını içerir ve bu nedenle kozmos, kendilerini sonsuza kadar tekrar eden zaman döngüleriyle birlikte ebedi olmalıdır. Aristoteles, canlılarla olan ilişkilerinin ayrıntılarında sistematik taksonominin öncüsü olmuştur. Hayatı büyük bir hiyerarşiye göre sıraladı, hayvanları “kansız” omurgasızlar ve kanlı omurgalılar olarak sınıflandırdı. Bitkisel, hayvansal ve insanların daha yüksek bilişsel işlevlerine karşılık gelen üç tür “ruh” (besleyici, duyarlı ve rasyonel) tanımlaması, anatomi ve fizyolojiye veya vücudun nasıl çalıştığına dair düşüncelere bir bağlantı sağladı. Aristoteles kendiliğinden nesil kavramını onayladı ve üremeyi erkeklerin “biçime” katkıda bulunduğu ve dişilerin yavrulara yalnızca “önemli” olduğu şeklinde tasarladı. Çağlar boyunca, Aristoteles, fizik bilimlerinde olduğu kadar yaşam bilimlerinde de etkili olduğunu kanıtladı; özellikle daha sonraki Greko-Romen doktor ve aynı şekilde etkili teorisyen Galen (MS 130-200), çalışmalarına Aristoteles'in belirlediği temel referans çerçevesi içinde başladı. Atina'daki Lyceum'un başkanı olarak Aristoteles'in halefi olan Eresus'lu Theophrastus (MÖ 371-286), ustanın 18. yüzyıla kadar standart bir kaynak olarak kalan çalışmalarda botanikle ilgili araştırmalarının kapsamını genişletti.

S124 Aristoteles dogmatik bir filozof değildi ve sözü müjde(asıl gerçek,hakikat) olarak kabul edilmedi. Aksine, temel ilkeleri korunurken, çalışmaları, sonraki yüzyıllarda ortaya çıkan bilimsel araştırma ve araştırma gelenekleri için bir sıçrama tahtası sağladı. Theophrastus, Aristoteles'in ateşin unsurlardan biri olduğu doktrinine şiddetli bir eleştiri yöneltti. Lokal hareketle ilgili olarak, MÖ 286'dan 268'e kadar Lyceum'daki Theophrastus'un halefi olan Lampsakoslu Strato, ivme olgusunu vurgulayarak, Aristoteles'in cisimlerin hareketlerine başlarken veya son verirken hızlanma ve yavaşlamalarına dikkat etmemesini eleştirdi. . Bizans doğa filozofu John Philoponus daha sonra Aristoteles'in hareket teorileri üzerine devam eden bu tartışmaya ekledi ve Avrupa Orta Çağlarındaki düşünürler tartışmaları yoğunlaştırdı ve sonunda Aristoteles'in doktrinlerinde radikal revizyonlar üretti. Bu kritik gelenek, 2000 yıllık bir süre içinde gelişti. Aristoteles'in yazıları, geç antik çağ, İslam ve Avrupa Orta Çağ kültürlerinde yüksek öğrenimin temelini sağladı. Onun kozmosu teolojik kökeninde kaldı ve Platon gibi, hareket etmeyen veya İlk Hareket ettirici tarafından hareket ettirilen göklerin canlı ve ilahi olmasını sağladı. Bu ölçüde Aristoteles'in felsefesi Musevilik, Hıristiyanlık ve İslam teolojileriyle uyumlu hale getirilebilirdi ve nihayetinde her üç inancın teologları, çabalarını kendi dini doktrinlerini Aristoteles'in öğretileriyle denkleştirmeye yönelttiler. Aynı şekilde, birçok Bizanslı, Müslüman ve Hıristiyan bilim adamı, ilhamlarını doğayı - Tanrı'nın eseri olduğuna inandıkları şeyi - anlama girişimlerinde buldu. Hiyerarşi ve varlık zincirleri nosyonları(düşünce,kavram,notion) ile Aristoteles'te daha sonraki Hıristiyanlık ve yönetici siyasi otoritelerin siyasi çıkarları ile rezonansa giren pek çok şey, kuşkusuz onun doğal felsefesinin uzun vadeli başarısını garanti etmeye yardımcı olan bir durumdu. Aristoteles'in çalışmalarının entelektüel mirası, Yunan öğrenimini miras alan medeniyetlerdeki bilimsel düşünce tarihini şekillendirdi. Analizlerinin netliği ve görüşlerinin kozmolojik kapsamlılığı, Helen Aydınlanmasından sonraki bilimsel kültürler için standardı belirler. Aristoteles ve öğrencisi Büyük İskender'in bir yıl arayla ölmeleri (sırasıyla MÖ 322 ve 323), sembolik görünmektedir, çünkü her ikisi de kendi tarzlarında çağdaş dünyayı değiştirmiştir. Ölümlerinin hemen ardından gelen dünya, bilimsel ve politik olarak, yaşadıkları dünyadan çok farklıydı.

S125 Antik Yunan uygarlığı iki aşamada gelişmiştir. İlkinde, Helen şehir devletleri İonia'da ve Yunan yarımadasında ortaya çıktı. Yarı müreffehlerdi, her biri tarımsal bir hinterland tarafından (ve genellikle ithal edilen yiyeceklerle) destekleniyordu ve bağımsız kaldılar - kapsayıcı bir Yunan kralı yoktu. Ardından, MÖ dördüncü yüzyılda, birbiri ardına konfederasyon, emperyalizm ve fetih ile işaretlenen ikinci bir evre olan Helenistik şekillendi. Sonuç, Yunan kültürünün ve öğreniminin büyük bir genişlemesiydi. Yunanistan'ın kuzey bölgesi olan Makedonya'da, yerel bir kral olan II. Filip, atlı piyade ve kaya fırlatma toplarından oluşan kuvvetlerini topladı ve Yunan yarımadasının birleşmesini başlattı. Philip 336'da suikaste uğradığında, çağdaşları tarafından “Muzaffer” ve bizim için “Büyük” olarak tanınan oğlu İskender, Philip'in yayılmacı seyrini sürdürdü ve antik dünyanın en geniş imparatorluğunu kurdu. Yüksekliğinde Eski Yunanistan'dan uzandı ve Mısır'daki büyük nehir vadisi uygarlığını, Dicle ve Fırat Nehirlerinin taşkın ovasındaki ilk uygarlıkların Mezopotamya kalbini ve doğuda İndus Nehri Vadisi'ni kapsıyordu. Büyük İskender'in imparatorluğu, Persleri yendiği 334'ten MÖ 323'te 33 yaşında erken ölümüne kadar sadece 11 yıl sürdü. İskender'in ölümünden sonra Hindistan, Hint kontrolüne geri döndü ve imparatorluk üç krallığa bölündü: Makedonya (Yunan yarımadası dahil), Mısır ve Mezopotamya'daki Seleukos İmparatorluğu (bkz. ek, harita 4.1). Onlar dünyayı değiştiren on bir yıldı. Helenistik dönemin başlangıcı, antik bilimin tarihsel kronolojisinde bir kırılmaya işaret eder. Helenik doğa felsefesi, himaye edilmeyen bireycileriyle, Helenistik dönemin daha kozmopolit dünyasına - Yunan biliminin Altın Çağı - ve yeni bir örgütlenme tarzına ve araştırma sosyal desteğine yol açtı. Helenistik bilim, Helenik doğa felsefesi geleneğinin doğu krallıklarında ortaya çıkan devlet destekli bilim kalıplarıyla (bizim Babil modelimiz) tarihsel olarak kaynaşmasını veya melezleşmesini temsil eder. Krallar ve imparatorlar, faydalı uygulamalara meyleden bürokratik bir bilimi himaye etmişlerdi; Helen bilimi, kendilerini soyut düşünceye kaptıran yalnız düşünürlerin eseriydi. Antik Yakın Doğu topraklarındaki Helenistik bilim, bu farklı gelenekleri birleştirdi. Bilimsel teori ve soyut öğrenme için devlet desteği ve himayesi Helenistik kültürün yenilikleriydi ve Yunan geleneğini miras alan sonraki tüm toplumlarda tarihi bilim modelinin bir parçası olarak kaldı. Yeni bilimsel kültürün kökleri Mısır'da atıldı, şimdi kendisini hemen bir Mısır hanedanı olarak kuran bir Yunan yönetici sınıfı tarafından yönetiliyordu - Ptolemaios Mısır. Mısır'ın ilk Yunan kralı Ptolemaios Soter, kraliyetin bilim ve öğrenimi himayesi geleneğini başlattı ve halefi Ptolemaios Philadelphus'a, Akdeniz kıyısında bir liman olarak inşa edilmiş yeni bir kasaba olan İskenderiye'deki ünlü Müze'yi kurmak düştü. İskender'in yaşamı boyunca Nil deltasının Çeşitli derecelerde resmi destek ve himaye ile Müze 700 yıl boyunca varlığını sürdürdü - MS beşinci yüzyıla kadar, yaklaşık olarak bugün dünyanın en eski üniversiteleri kadar uzun bir süre varlığını sürdürdü. Helenistik ve Greko-Roma biliminin ayırt edici karakteri, en azından kısmen, saf bilim ve doğa felsefesinin bu kurumsallaşmasından kaynaklanmaktadır. Özünde, İskenderiye Müzesi bir araştırma kurumuydu - eski bir İleri Araştırma Enstitüsü. Mevcut adaşının aksine, Müze nesne koleksiyonlarını sergilemedi (müzelerin yalnızca Avrupa Rönesansında edindiği bir işlev). Bunun yerine, tarihin ilham perisi Clio ve astronomi ilham perisi Urania dahil olmak üzere dokuz efsanevi kültür İlhamına adanmış bir tapınaktı. Orada, Helen ve Babil geleneklerini birleştiren sübvansiyonlu üyeler, devlet kaynakları tarafından tamamen desteklenen kendi araştırmalarını yürüttüler. Kraliyet bölgesinde, Ptolemaioslar ve onların halefleri, Müze ve personeli için odalar, konferans salonları, diseksiyon stüdyoları, bahçeler, bir hayvanat bahçesi, bir gözlemevi ve muhtemelen araştırma için diğer tesisleri içeren muhteşem mahalleler kurdular. Ptolemaioslar, yakında 500.000 veya daha fazla papirüs parşömeni içeren muhteşem bir kütüphane eklediler. Antik çağda patronaj, bireysel kralların ve imparatorların cömertliğine bağlı olarak her zaman kararsız olduğunu kanıtladı, ancak herhangi bir zamanda Müze, devletten maaş alan ve Müzenin mutfağından yemek alan ve bir Helenik- stil sorgulama özgürlüğü, öğretme yükümlülüğünden bile muaftır.( Patronage always proved fickle in antiquity, depending on the largesse of individual kings and emperors, but at any one time the Museum harbored upwards of 100 scientists and literary scholars who received stipends from the state and meals from the Museum’s kitchen while being allowed a Hellenic-style freedom of inquiry, excused even from the obligation to teach.) Kayıtların, yaldızlı kafeslerde beslenen “nadir kuşlar” olarak kıskanç saldırıların hedefi olduğunu göstermesine şaşmamalı - saf öğrenme için devlet desteğinin kışkırttığı kültürel belirsizlik budur.(No wonder the record indicates that stipendiaries were the targets of envious attacks as “rare birds” fed in gilded cages—such is the cultural ambiguity provoked by state support for pure learning)

S127 Mısır'ın sonraki Roma imparatorları, Helenistik seleflerinden daha az olmayan bu olağanüstü devlet desteği geleneğini sürdürdüler ve İskenderiye'yi Helenistik ve Greko-Romen dönemlerinde en önemli bilim merkezi haline getirdiler. Ptolemaiosların ve diğer Helenistik ve Greko-Romen bilim ve öğrenim hamilerinin güdüleri açık değildir. Kuşkusuz pratik getiriler aradılar ve en azından dolaylı olarak Müzedeki bilim adamlarının araştırmalarını yararlı uygulamalara yönlendirmeleri için kurumsal baskı uygulandı. Müzenin anatomik-tıbbi araştırmaları desteklemesi de bu varsayımı desteklemektedir. Benzer şekilde, hayvanat bahçesi kralın savaş fillerini barındırıyordu, Kütüphane hükümet ve çağdaş “siyaset bilimi” üzerine kitaplar topladı ve akademisyenler coğrafya ve haritacılıkla uğraştı. Uygulamalı askeri araştırmalar da Müzede gerçekleştirilmiş olabilir. Veriler, Helenistik bilim adamlarının, daha önceki Helenik meslektaşlarından biraz daha pratik yönelimli olduklarını göstermektedir. Bununla birlikte, herhangi bir acil yararın ötesinde, patronların kazandığı ün, şan ve prestij, Müzede tüneyen nadir kuşları desteklemek için ana güdülermiş gibi görünüyor. ( Beyond any immediate utility, however, it would seem that fame, glory, and prestige accruing to patrons were major motives for supporting the rare birds who roosted in the Museum.) Ptolemaiosların veya onların Romalı haleflerinin paralarının karşılığını alıp almadıkları, kişinin soyut ve pratik araştırma ürünlerinin göreli değerlerine ilişkin değerlendirmesine bağlıdır. Helenistik öğrenme desteği modeli İskenderiye ile sınırlı değildi ve geç antik dönemde birçok şehir, İskenderiye'ye devlet destekli bir bilim ve burs merkezi olarak rakip olan Bergama'daki kütüphane de dahil olmak üzere müzeler ve kütüphanelerle övünmeye başladı. Atina'da Platon'un Akademisi ve Aristoteles'in Lyceum'unun kurumsal statüsü bu bağlamda ortaya çıkıyor. Bu okullar da Helenistik bir boyut kazanmıştır. Helenik çağda, kendilerini kurucularının düşüncelerini incelemeye adamış ustalar ve öğrencilerden oluşan gayri resmi, tamamen özel dernekler olarak başladıklarını gördük. Özellikle dini dernekler olarak yasal statü aldılar, ancak başlangıçta hiçbir kamu desteği alamadılar, okullar ve akademisyen toplulukları olarak kendi kendilerine destek olmaya devam ettiler. Akademi ve Lyceum'un resmi kurumsal karakteri, İskenderiye tarzında, Roma imparatorları Antoninus Pius ve Marcus Aurelius, MS ikinci yüzyılda Atina'da ve başka yerlerde imparatorluk sandalyeleri bağışladığında güçlendi. Atina'daki Lyceum ve İskenderiye'deki Müze de kişileri ve personeli paylaştı. Lyceum, en azından MS ikinci yüzyılın sonuna kadar aktif olmaya devam etti ve Akademi, kuruluşundan yaklaşık bin yıl sonra altıncı yüzyıla kadar varlığını sürdürdü. Yine de, Atina'daki Lyceum ve Akademi, temel etkinliği öğreten okullardı; Bilim adamlarının sınırsız araştırma için destek aldığı İskenderiye Müzesi'nin olağanüstü örneğinin aksine, araştırmanın kendisi tesadüfi kaldı. İskenderiye'de edebiyat ve dil çalışmaları ağırlıklı olmasına rağmen, özellikle Müzenin varlığının birinci yüzyılında, MÖ üçüncü yüzyılda, tarihsel olarak benzersiz bir bilimsel etkinlik gelişti. Soyut, resmi matematik geleneği, İskenderiye'nin en büyük ve en kalıcı başarısıdır. Öklid'in geometrisinde örneklendiği gibi, Helenistik matematik fazlasıyla biçimsel ve aritmetik değildi, bu nitelikler onu zanaatkarların ihtiyaçlarından uzak, ancak daha sonraki matematiksel araştırmaların kaynağına tam olarak yerleştirdi. Öklid muhtemelen Ptolemaiosların himayesi altında İskenderiye'ye taşınmadan önce Atina'daki Akademi'de okumuştu. Perga'lı Apollonius (MÖ 220–190) çalışmalarının çoğunu orada da yaptı; (ilk uygulamasını 1800 yıl sonra Johannes Kepler'in astronomik teorilerinde bulan) konik bölümlerdeki ustalığıyla biliniyordu. Bu geleneğe, muhtemelen antik çağın en büyük matematik dehası olan Syracuse Arşimet (287-212 BCE) aittir. Arşimet İtalya'da Siraküza'da yaşadı ve öldü, ancak bir noktada İskenderiye'ye gitti ve Kütüphane başkanı Cyrene'li Eratosthenes (MÖ 225) ile mektuplaştı. Kendisi çok yönlü bir bilim adamı olan Eratosthenes, dünyanın çevresini belirlemek için ünlü bir gözlem ve hesap yaptı ve Yunan geleneğinde eğitim görmüş kişiler dünyanın düz olduğuna inanmıyorlardı; Eratosthenes ayrıca coğrafya ve haritacılık alanında önemli çalışmaların açılışını yaptı. İkinci araştırma alanları, 400 yıl sonra astronom Ptolemy aracılığıyla İskenderiye'de devam etti. Müzede, özellikle Kalkedonlu Herophilus'un (MÖ 270) ve Sakızlı Erasistratus'un (MÖ 260) çalışmalarında görülen yenilikçi anatomik araştırmalar da yer aldı. İskenderiyeli anatomistler açıkça insan diseksiyonları(parçalarına ayırıp inceleme) ve muhtemelen dirikesimler (canlı hayvanı deneysel amaçla ameliyat etme) de yürüttüler. Diğer İskenderiye bilim adamları astronomi, optik, harmonik, akustik ve mekanik alanlarında önemli araştırmalar yaptılar.

S130 Astronomide, yer merkezli kürelerin Eudoxeçu modeline Helenistik dönemin başlarında meydan okundu. Okuyucu, Platon'un efsanevi 'olguları kurtarmak' emrinden -özellikle gezegenlerin istasyonları ve geriye gidişleri sorunu- ve Eudoxus'un kendi soğan kabuğu evreni ve onun dönüşü ve karşıtlığı açısından yermerkezli çözümünden kaynaklanan araştırma geleneğini hatırlayacaktır. dönen küreler. Ancak iç içe eş merkezli küreler modeli, Aristoteles tarafından rafine edilmiş olsa bile, özellikle gezegenlerin geriye dönük hareketlerini doğru bir şekilde yeniden üretmede ciddi zorluklarla karşı karşıya kaldı. Ve mevsimlerin eşit olmayan uzunlukları, güneşin merkezi bir dünyadan sabit bir mesafede tekdüze hareket edip etmediğini açıklamak zor, Eudoxcu yaklaşımı baltalayan başka bir teknik problemdi. Daha dördüncü yüzyılda -Platon ve Aristoteles'in yüzyılı- Pontus'lu Heraclides (MÖ 330), göklerin görünürdeki günlük çemberinin, dünya kendi ekseni etrafında bir kez dönerken sabit kaldığı varsayılarak açıklanabileceğini öne sürdü. bir gün. Öneri, dünyanın durağan olduğuna dair doğrudan duyusal kanıtlarla görünüşte çeliştiği için genellikle mantıksız kabul edildi. Astronomik teori ve kozmoloji, sonraki yüzyıllarda birçok doğa filozofunun merakını heyecanlandırmaya devam eden sorular ortaya koydu. Bunlardan biri, uzman bir astronom ve matematikçi olan Samoslu Aristarkus'du (MÖ 310-230), ve öyle görünüyor ki, Müze'nin bir ortağı. Arşimet'e göre Aristarchus, yaklaşık 2.000 yıl sonra Kopernik tarafından önerilen sistemden farklı olarak güneş merkezli veya güneş merkezli bir kozmolojiyi benimsedi. Güneşi merkeze yerleştirdi ve dünyaya iki hareket atfetti: kendi ekseninde günlük bir dönüş (göklerin görünen günlük döngüsünü açıklamak için) ve güneş etrafında bir yıllık bir devrim (güneşin görünen yolunu açıklamak için) Zodyak çevresinde). Aristarchus'un günmerkezciliği biliniyordu, ancak antik çağda ezici bir çoğunlukla reddedildi, bazı anti-entelektüel önyargıları nedeniyle değil, daha çok temel mantıksızlığı nedeniyle. Bugün özünde sahip olduğumuz güneş merkezli teori, o zamanlar o kadar çok bilimsel itirazla karşı karşıya kaldı ki, yalnızca bir fanatik ona abone olabilir. Eğer dünya kendi ekseni etrafında döner ve güneşin etrafında dönerse, çivilenmeyen her şey kesinlikle yeryüzünden uçup gidecek ya da bir enkaz sonrasında geride kalacaktı, bu sonuç, kuşların her yöne eşit kolaylıkla uçtuğuna dair mantıklı kanıtlarla çelişiyordu. ve doğrudan yukarıya doğru fırlayan bedenler başladıkları yere geri dönerler. Buna ek olarak, Aristarchus'un güneşmerkezciliği tarafından kabul edilen dünyanın hareketi, Aristoteles'in doğal hareket fiziğini açıkça ihlal etti. Dünyayı oluşturan toprak ve sulu şeyler doğal olarak kozmosun merkezine yönelirler - dünyanın göksel bir madde gibi dönmesini veya başka bir şekilde uzayda hareket etmesini istemek, ondan Aristoteles'in ve tüm bilimin imkansız ilan ettiği hareketleri üstlenmesini istemektir. Dünya merkezden yer değiştirmiş olsaydı, parçaları basitçe geri döner ve orada kendilerini yeniden düzenlerdi. Akılcı bilim adamları, günlük gözlemlerin karşısında uçan ve süregiden, üretken araştırmaların temelini oluşturan uzun süredir devam eden doktrinleri ihlal eden bir teoriyi asla kabul etmeyeceklerdir. Bugün, fizik yasalarını ihlal eden fikirler öneren insanlardan da şüpheleniyoruz. Oldukça teknik ama bilimsel olarak daha açıklayıcı bir nokta, Aristarchus'a ve onun güneş merkezli teorisine, yıldız paralaksı sorununa da şiddetle karşı çıktı. Sorunu basitçe ifade etmek gerekirse, eğer dünya güneş etrafında dönüyorsa, o zaman dünya üzerindeki gözlemci gökleri çok farklı konumlardan gördüğü için yıldızların göreli konumu altı ay boyunca değişmelidir. Ancak en azından on dokuzuncu yüzyıla kadar böyle bir değişiklik gözlenmedi. (Paralaksı gözlemlemek için okuyucu parmağını burnunun önünde tutabilir ve sol ve sağ gözler dönüşümlü olarak açılıp kapanırken 'hareketini' izleyebilir.) Arşimet bize Aristarchus'un zorluğa verdiği yanıtı verir: Aristarchus paralaksı karşılaştırır. dünyanın bir kum tanesine dönüşmesi, yani dünyanın güneş etrafındaki yörüngesinin çapının sabit yıldızlara olan uzaklığa göre o kadar küçük olması, yıldız pozisyonundaki değişikliğin gözlemlenemeyecek kadar küçük olması anlamına gelir. Bu, yıldız paralaksının neden gözlemlenemediğine dair ustaca bir cevaptı (tesadüfen Kopernik'in daha sonra verdiği cevapla aynıydı), ancak Aristarchus daha sonra, evrenin boyutunun olağanüstü, (o zaman) inanılmaz oranlarda genişletilmesi gerektiği şeklindeki başka bir itirazla karşı karşıya kaldı. Güneş merkezliliğin devam etmesi için. Güneş merkezli hipotezin karşı karşıya olduğu bilimsel problemler çetindi ve eski gökbilimciler onu reddetmek için sağlam bir zeminde durdular. Bozulmuş ve değişken yeryüzünü ilahi ve bozulmaz göklere yerleştirmeye karşı da dini itirazlar ortaya çıktı. Aristarchus'un dinsizlik suçlamasıyla tehdit edilmesi şaşırtıcı değil.

S133 Gezegen hareketlerini hesaba katmak gibi zor bir problem, Eudoxus ve Aristarchus'un astronomilerine alternatiflerle sonuçlandı. Yukarıda konik bölümlerle ilgili olarak bahsedilen İskenderiyeli bilim adamı Pergalı Apollonius, “olguları kurtarmak” ve yermerkezciliği korumak için alternatif bir araç oluşturulmasına yardımcı oldu. Gökbilimcilerin göklerde gözlemlenen hareketi modellemek için kullandıkları iki güçlü matematiksel araç geliştirdi: dış döngüler ve eksantrikler. (Şekil 5.1'e bakın.) Epicycle modelinde, daha büyük daireler üzerinde hareket eden küçük daireler üzerinde dönen gezegenler vardı; eksantrik basitçe merkezden uzak bir dairedir. Hem gezegenlerin geriye dönük hareketi hem de mevsimlerin değişken uzunlukları, dış döngüler kullanılarak kolayca ve doğru bir şekilde modellenebilir. Helenistik gökbilimciler, bu dairelere farklı boyutlar, hızlar ve yönler atayarak göksel hareket için giderek daha doğru modeller geliştirdiler. Antik astronomi, MS ikinci yüzyılda Claudius Ptolemy'nin çalışmasında doruğa ulaştı. Ptolemy, İskenderiye'de Roma yönetimi altında yaşadı ve çalıştı. Ptolemy, seleflerinin(kendinden önceki,predecessor) dış döngüleri ve eksantrikleri kullanmalarına dayanarak, devasa ve oldukça teknik bir astronomi el kitabı olan Matematiksel Sözdizimi, ünlü Almagest'i (daha sonra Müslüman bilim adamları tarafından adlandırıldı) oluşturdu. Almagest, göklerde yermerkezcilik ve dairesel hareket üzerine kuruludur ve yaklaşımında son derece matematiksel ve geometriktir. Ptolemy, episikller ve eksantriklerden oluşan cephaneliğine, gezegen teorisi ve gözlem arasındaki hala anlaşılması zor uyumun gerektirdiği, sözde eşit nokta adı verilen üçüncü bir araç ekledi. Eşitlik noktasındaki bir gözlemci, gezegenin aslında dünyaya göre değişen bir hızda hareket ederken düzgün dairesel hareketle hareket ettiğini görecektir. Ptolemy'nin eşdeğeri, Platon'un tek tip dairesel hareket kullanarak “fenomenleri kurtarma” emrinin harfini değilse bile ruhunu ihlal etti, ancak itiraz gökbilimciler için bile anlaşılmazdı ve hiçbir şekilde yermerkezciliğe bağlılıkları baltalamadı. Equant kullanışlı bir araç olduğunu kanıtladı ve Ptolemy onu ve diğer doğaçlamaları, tamamen soyut olsa da ayrıntılı matematiksel yapılar, görkemli dönüşleri ebedi ve değişmeyen cennetleri çizen göksel “Dönme Dolaplar” yaratmak için kullandı. Teoride, uygun dış döngüleri, eksantrikleri ve ekuantları olan bir 'Ptolemaios' sistemi, gözlemlenen herhangi bir yörüngenin doğruluğuna uyacak şekilde bugün tasarlanabilir. Ptolemy'nin Almagest'i büyük bir bilimsel başarıydı. 1500 yıl boyunca, çalışmaları Helenistik kaynaklardan türetilen her astronomun incili olarak kaldı. Ptolemy ayrıca, ışığın farklı ortamlarda bükülmesi olan kırılma çalışmasına deneysel verileri dahil ederek, bir Yunan geometrik optik geleneğine de katkıda bulundu. Coğrafya ve haritacılık alanındaki çalışmaları da benzer şekilde etkili oldu. Ancak Ptolemy'ye çok modern bir dönüş yapmamak gerekir. Ona göre matematik bilimi bir felsefe biçimiydi ve esasen etik ve manevi bir girişimdi. Göklerin ilahi olduğuna ve gerçekten de canlı olduğuna inanıyordu. Batlamyus'a göre, göklerin hareketi ay altı dünyayı açıkça etkilemiştir (örneğin gelgitler veya mevsimler yoluyla). Böylece, Ptolemy astroloji ve astronomi arasında ayrım yapmasına rağmen, astrolojinin meşruiyetini ve geleceği tahmin etme çabasını kabul etti. Aslında, astroloji üzerine büyük ve etkili bir kitap olan Tetrabiblos'u yazdı ve pek çok başarısının yanı sıra, antik çağın en büyük astrologu olduğu söylenebilir. Simyadaki bir yükseliş, çağdaş astrolojinin gücüyle eşleşti. Yarı gizli bir geleneğin temel metinleri haline gelenler, Helenistik İskenderiye'de ve başka yerlerde derlendi. Gelenek “Hermetik” olarak etiketlenmiştir, çünkü bu derlemeler onun efsanevi kurucusu, Musa zamanında yaşadığı düşünülen efsanevi Mısırlı bir rahip olan Hermes Trismegistus'a atfedilmiştir. Bu mistik çalışma bütünü, evrenin gizli işleyişine ilişkin ezoterik ve sözde ilahi ilhamlı doktrinler içeriyordu. Adi metallerin altına ve gümüşe dönüştürülebileceği fikri ve uygulaması, kuşkusuz antik çağda bir miktar sahtekarlık içeriyor olsa da, simyanın kökleri kanıtlanmış metalürji pratiğinde yatmaktadır ve simya bilimi, tabiri caizse, Bronz ve Demir Çağı teknolojilerinden evrimleşmiştir. metalleri içerir. Simya, fayda vaadini sundu ve bu anlamda, özellikle yöneticilerin onu himaye ettiği ölçüde, başka bir erken pratik bilimi temsil ediyor. Ancak ciddi uygulayıcılar için, ölümsüzlük iksirleri veya metalleri dönüştürecek filozof taşı için simya arayışı her zaman manevi bir boyut gerektirdi; burada simyager, adi metalleri saflaştırmayı umduğu kadar kendini arındırmaya çalıştı. Antik ve ortaçağ simyası, sözde kimya olarak düşünülmemelidir. Bunun yerine simyanın, önemli mistik ve ruhsal öğeyi birleştiren teknik ve teorik temelli pratik bir bilim olarak kendi başına anlaşılması gerekir.

S133 Simyanın etkisi küçüktü ve İskenderiye'deki ve antik dünyanın başka yerlerindeki Helenistik bilimin tamamında teknolojiye uygulanmadı ya da genel olarak faydacı amaçlar için takip edilmedi. Doğa felsefesi, daha önce Helenik'te olduğu gibi, büyük ölçüde tecrit altında kaldı. Yalıtılmış kaldı, üretken ekonomiye ya da çağın baskın pratik sorunlarına hiçbir şekilde doğrudan bağlı ya da uygulanmadı. Buna ek olarak, Platon'dan ve kol emeğini hor gören ve bilime her türlü pratik veya ekonomik faydayı reddeden Sokrates öncesi ideolojiden kaynaklanan ideoloji Helenistikte devam etti. İdeoloji böylece mevcut teori ve praksis ayrımını pekiştirdi. Bununla birlikte, mekaniğin kendisi, mekanik ve mekanik sanatlar üzerine teorik incelemelerde Helenistik bilim adamları tarafından bilimsel analize tabi tutuldu. Arşimet, her şeyden önce, basit makinelerin mekanik ilkelerine hakimdi: kaldıraç, kama, vida, kasnak ve ırgat; ve dengeyi analiz ederken (hidrostatik denge dahil), eskiler teorik ve matematiksel bir ağırlık bilimini dile getirdiler. Bu mekanik geleneğin pratik olanakları, İskenderiyeli Ctesibius'un (MÖ 270), Bizanslı Philo'nun (MÖ 200) ve İskenderiye Kahramanı'nın (MÖ 60) çalışmalarında açıkça görülmektedir. Bu adamlar, ağırlık ve pnömatik bilgilerine dayanarak, tapınak kapılarını otomatik olarak açabilen veya içkiler dökebilen, ancak amacı korku ve merak uyandırmak olan ve ekonomiye katkıda bulunmak olmayan, “harika makineler” kategorisinde ustaca mekanik cihazlar tasarladılar. ilerlemek. Örneğin Hero, ateş ve buhar kullanarak bir top döndürmeyi başardı, ancak antik çağda hiç kimse pratik bir buhar makinesi tasarlamadı veya takip etmedi. Tek kelimeyle, İskenderiye'deki mekanik çalışmaları, benzer bilimler gibi, antik çağda teknolojinin daha geniş dünyasından neredeyse tamamen kopmuştu.

S137 Ama tamamen değil. Örneğin Arşimet vidası suyu kaldıran bir makineydi; MÖ üçüncü yüzyılda Arşimet tarafından iddia edildiği gibi icat edildi ve bu bilimsel mekanik geleneğinden türetildi. MÖ 212'de doğduğu Siraküza'nın Romalılara karşı savunması sırasında ölen Arşimet, kuşatma motorları ve savaş makineleriyle teknolojik sihirbazlığıyla efsanevi hale geldi. Yayınlanmış çalışmaları soyut ve felsefi olarak kaldı, ancak kendisine atfedilen birçok efsaneyi göz ardı etse bile, Arşimet muhtemelen kendini mühendislik teknolojisine ve pratik başarıya adadı. Sözde mekanik bilgisini savaş zamanında kullandı ve bu kapasitede alanlarından biri askeri mühendislik olan eski bir mühendis (mimar) olarak hareket etti. Eski burulma-yaylı mancınık olayı ortaya çıkıyor. Silah geliştirme antik çağda yeni bir şey değildi ve gerçekten de, en büyük kürekli savaş gemisini inşa etmek için zanaatkarlar ve sponsor patronlar arasında teknolojik bir silahlanma yarışı gibi bir şey gerçekleşti. Makedonya Kralı II. Philip ve Syracuse, Rodos ve diğer yerlerdeki Yunan kralları, mancınık ve çeşitli balistik makineleri geliştirmek ve iyileştirmek için programları desteklediler. Mancınıkların işleyişini etkileyen değişkenleri belirlemek ve en etkili ve verimli makineleri oluşturmak için İskenderiye'de sistematik testler şeklinde gelişmiş mühendislik araştırması yapıldı. Hükümet bu araştırmaya sponsor oldu ve İskenderiye'deki bilim adamları bunun bir kısmını gerçekleştirdi. İskenderiye'deki mekanik gelenek bir zamanlar düşünüldüğünden daha az uhrevi(otherworldly,hayali işlerle meşgul) olsa da, mancınık araştırmalarının antik çağda uygulamalı bilimi temsil ettiği yolları nitelendirmek gerekir. Genel olarak, testler tamamen ampirik, yani belki bilim adamı-mühendisler tarafından yürütülmüş, ancak herhangi bir bilimsel teorinin uygulanması veya teorik bilginin sömürülmesi olmaksızın yapılmış gibi görünmektedir. İskenderiye'deki bilim adamı-mühendisler, onlarca yıllık sabırlı çaba ve kayıt tutma sürecinden sonra, küp köklerinin çıkarılmasını içeren ve herhangi bir balistik makine ve mermisi için en uygun boyutları belirleyen, pratik ve matematiksel olarak kesin bir 'mancınık formülü' yarattılar. Bu formülle, Arşimet'in kendisinin kayıtlara geçen en büyük taş fırlatan mancınığı yaptığı iddia ediliyor. Ancak formül, matematiksel terimlerle ifade edilen basit bir kuraldır. Mancınık geliştirme, uygulamalı mühendislik araştırması olarak daha iyi düşünülür. Antik çağda bazı bilimsel araçlar vardı - bilhassa incelikle hazırlanmış astronomik saatler ve bilim ve teknolojinin savaşa ya da daha büyük ekonomiye değil, bilimsel girişimin kendisine hizmette birleştiği diğer gözlem cihazları. Bütün bu örnekler ilginç ve tarihsel olarak açıklayıcı olsalar da, antik bilimin bir bütün olarak çok az pratik önemi olduğu, bir kural olarak pratik amaçlara yönelik olmadığı ve antik mühendislik üzerinde önemli bir etkisi olmadığı genel noktayı yalanlamıyorlar. tüm. Antik çağdaki teknoloji, antik bilimden ayrı bir alan, çiftçilik, dokuma, çömlekçilik, inşa, nakliye, iyileştirme, yönetme ve Helenistik ve Helenistik dönemi oluşturan ve sürdüren büyük ve küçük sayısız zanaat ve teknik gibi sağlam bir dünya olarak görülmelidir. Greko-Romen uygarlığı. Helenistik ve Greko-Romen dönemlerinin 800 yılında (çömlekçi çarkına eklenen bir tekme çarkı gibi) yüzlerce küçük yeni teknoloji ve teknolojik iyileştirme meydana geldi, ancak genel olarak üretimin teknolojik temelleri bu dönem boyunca temelde değişmedi. Madencilik gibi birkaç alanda endüstriyel tarzda üretim gerçekleşti; ve insanların ve malların uzun mesafeli ticari hareketi düzenli olarak gerçekleşti. Ancak çoğu üretim zanaat temelli ve yerel kaldı ve geleneksel olarak becerilerinin bilgisi konusunda gizli olan zanaatkarlar, yazma, bilim veya doğa felsefesinin yararı olmadan pratiği tekellerine alma eğilimindeydiler. Antik bilim, şehirlerde uygar yaşamın bir parçasını oluştururken, teknoloji ve mühendislik pratiği, antik dünyanın her yerinde, büyük şehirlerde ve kasabalarda güçlü ve ustaca geliştirilmiş, kuşkusuz, ama aynı zamanda bilim ve bilim pratiğinin yapıldığı kırsal kesimde bulunabilir. doğa felsefesi özellikle yoktu. Mühendis (mimar), antik çağda tanınan ve istihdam edilebilir bir sosyal tipti. Bir avuç insan, antik mühendisliğin en üst sıralarında yer aldı. Örneğin, Romalı Vitruvius, MS birinci yüzyılın başında ilk Roma imparatoru Augustus'a mimar/mühendis olarak çalıştı ve bir mühendislik literatürüne katkıda bulundu. Bununla birlikte, çoğu mühendis ve aslında çoğu zanaatkar, İskenderiye'nin bilim dünyasından sosyal, entelektüel ve pratik olarak büyük ölçüde uzak olan ticaretler yapan anonim uygulayıcılardı.

S141 Romalılar antik dünyanın en büyük teknoloji uzmanları ve mühendisleriydi ve Roma uygarlığının kendisinin büyük bir teknolojik başarıyı temsil ettiği iddia edilebilir. MÖ ilk yüzyıllarda ve CE Roma askeri ve siyasi gücü, Akdeniz havzasının tamamına ve doğuda ortaya çıkan Helenistik dünyanın çoğuna egemen oldu. (Mezopotamya, Roma'nın erişemeyeceği bir yerde kaldı.) Roma imparatorluğu birkaç teknoloji etrafında büyüdü. Askeri ve deniz teknolojileri disiplinli Roma lejyonunu ve Roma donanmasını yarattı. Roma yollarının ve su kemerlerinin kapsamlı sistemleri, temel bir altyapı sağladı. Romalıların resmi hukuk konularındaki uzmanlığı ve karmaşıklığı, imparatorluğun yönetiminde küçük bir önemi olmayan bir sosyal teknoloji olarak da düşünülebilir. Belki daha az yüce ama Roma uygarlığının yapı taşı olarak daha az önemli olmayan çimentonun icadı, Romalılar tarafından tanıtılan, taş yapımı çok daha ucuz ve kolay hale getiren yeni ve kilit bir teknolojiydi ve kelimenin tam anlamıyla Roma imparatorluğunun genişlemesini sağlamlaştırdı. . Roma kemeri de aynı şekilde mimari ve inşaatta devrim yarattı. Roma'nın Vitruvius ve Frontinus (MS 35–103) gibi birkaçı kitap yazan (mühendisler arasında nadir görülen bir uygulama) bilinen mühendisler üretmesi, aynı şekilde mühendislik ve teknolojinin Roma uygarlığı için önemine ve bunun tersinin de kanıtıdır. Roma mühendisliği gelişirken, çok az Roma bilimi vardı. Çok az Yunan bilimi Latince'ye çevrildi. Gelenek uğruna, Roma imparatorları uzak İskenderiye'deki Müzeyi korudular, ancak Romalılar bilime, matematiğe ve genel olarak Yunan öğrenimine değer vermediler, aslında reddettiler. Bazı ayrıcalıklı genç Romalılar Yunanca öğrendiler ve Yunanistan'da gezip okudular. Ama Roma'nın kendisi birinci, hatta ikinci dereceden hiçbir Romalı bilim adamı ya da doğa filozofu üretmedi. Bu durum, bilim ve teknolojiyi her zaman ve zorunlu olarak birbirine bağlı görenler için bir şaşkınlık olduğunu kanıtladı. Günaha, bilimsel konularda yazan bu istisnai Romalılara gereğinden fazla vurgu yapmak olmuştur. Uzun şiiri On the Nature of Things atomist fikirleri geliştiren ünlü Romalı şair Lucretius (ö. 55 BCE) buna bir örnektir. Çok ciltli Doğa Tarihi'nin belgeleyebildiği kadar doğal dünyayı özetlediği (müstehcen ile sıradan olan) büyük Romalı derleyici Yaşlı Pliny (MS 24–79) bir diğeridir. İyi ya da kötü, Pliny'nin çalışması on altıncı yüzyıla kadar doğa tarihi araştırmalarının başlangıç ​​noktası olarak kaldı; Hayvanların pratik kullanımlarına hatırı sayılır bir yer ayırması ve Doğa Tarihi'ni imparator Titus'a adaması, Roma biliminin var olduğu kadarıyla, bildik toplumsal güçlerin oyunda olduğunu düşündürür. Yunan bilim adamları Roma'da ders verdi. Özellikle Yunan doktorları, teorik bilgilerinden çok klinik becerileri için Roma'da iş buldular. Bergamalı ünlü bilim adamı-hekim Galen (yaklaşık 130-200 CE) Yunan'dı; Küçük Asya ve İskenderiye'de doğdu, büyüdü ve eğitim gördü. Ancak Galen, gladyatör ve saray çevreleri aracılığıyla Roma'da tıbbi başarı merdivenlerini tırmandı ve Roma imparatoru Marcus Aurelius'un saray doktoru oldu. Roma'daki ve başka yerlerdeki Kolezyum'da gladyatörlerin kanlı dövüşü, Galen ve diğerlerine insan vücudunun içini ve işleyişini düşünme fırsatı sağladı ve Galen tıbbı, ameliyata izin vermede Hipokrat geleneğinden farklıydı. Galen, anatomi, fizyoloji ve biyoloji dediğimiz alanda geniş ve etkili bir çalışma grubu üretti. Aristoteles ve Hipokrat külliyatı üzerine inşa etti ve ayrıntılı anatomik analize dayalı insan vücudunun işleyişinin rasyonel ve kapsamlı açıklamalarını dile getirdi ve insan mizaçları kavramını tıbbi ve terapötik değerlendirmeye sokmaktan herkesten daha fazla Galen sorumluydu. Galen'in anatomisi ve fizyolojisi, Avrupa Rönesansı'ndaki sonraki görüşlerden ve günümüzdeki görüşlerden önemli ölçüde farklıdır, ancak bu gerçek, onun insan dokusuna ilişkin anlayışının gücünü ve ikna ediciliğini azaltmamalıdır. Galen ve birçok halefi(kendinden sonra gelen) için, insanlarda çalışan üç farklı hayati sistem ve çok sayıda pnöma. Karaciğer ve toplardamar sisteminin besinleri emdiğini ve vücuda besleyici bir kan dağıttığını savundu. Beyin ve sinirler, düşünceye izin veren psişik bir öz yaydı. Kalp, atardamarlar aracılığıyla üçüncü, hayati bir sıvıyı dağıtan ve böylece hareketi sağlayan doğuştan gelen ısının yeriydi; akciğerler solunumu ve kalbin doğuştan gelen ısısının soğumasını düzenlerdi. Galenciler için kanın dolaşımı kavramsal olarak imkansızdı çünkü onlar, besleyici kanın atardamar ruhu için hammadde sağladığı kalpteki küçük bir geçit dışında, toplardamarların ve atardamarların tamamen ayrı iki sistem olduğuna inanıyorlardı.

S144 Galen üretken bir yazardı ve 83'ü antik çağdan günümüze kalan yaklaşık 500 risale yazdı. Erken modern çağda anatomi ve fizyolojide tartışmasız otorite olarak kaldı. Galen, Helenistik ve Greko-Romen çağlarda tıp ve felsefe arasındaki süregelen etkileşime örnek teşkil eder, ancak Galen Yunan'dı ve içinden çıktığı ve katkıda bulunduğu gelenek Roma değil, Helenistikti. Matematikte veya doğa bilimlerinde herhangi bir Roma geleneğinin olağanüstü eksikliği, yalnızca Roma mühendisliğiyle değil, aynı zamanda şiir, tiyatro, edebiyat, tarih ve güzel sanatlardaki Roma edebi ve sanatsal başarısının önemli kaydıyla da güçlü bir tezat oluşturuyor. Cicero, Virgil, Horace ve Suetonius adları tek başına, edebi ve bilgili kültürün genel olarak Roma uygarlığında ne kadar değerli bir yer tuttuğunu göstermek için yeterlidir. Roma örneği, büyük bir sosyal ve teknolojik karmaşıklığa sahip bir uygarlığın, esasen teorik bilim veya doğa felsefesi olmaksızın yüzyıllarca gelişebileceğini gösteriyor. Greko-Romen döneminin sonunda bilim ve doğa felsefesindeki belirgin düşüşün nedenleri bilim tarihçileri arasında uzun süredir tartışılmaktadır. Gerçekler hakkında bile herkes aynı fikirde değil. Bazıları düşüşün Helenistik çağda MÖ 200'e tarihlenebileceğini iddia ediyor; diğerleri bunun ancak MS 200'den sonra Greko-Romen döneminde başladığını söylüyor. Elbette, tüm bilimsel ve doğal felsefi faaliyetler MS ikinci yüzyıldan sonra durmadı. Yine de, antik bilim, geç antik çağda tükendi gibi görünüyor. Genel olarak konuşursak, daha az genel etkinlik gerçekleşti ve zaman geçtikçe bilimsel özgünlük düzeyi azaldı. Entelektüel emek, giderek yeni bilgiyi keşfetmeye değil, eski bilgiyi korumaya yöneldi. Bu karakteristik durum, nesiller boyu derleyici ve yorumcuların ortaya çıkmasına neden oldu. Örneğin, MS dördüncü yüzyılın ortalarında Konstantinopolis'teki Oribasius, yetmiş ciltlik müthiş bir tıbbi özet yazdı. (Bu bakımdan tıbbın antik çağda eski bilim veya doğa felsefesinden daha büyük bir tarihsel süreklilik sergilemiş olması dikkate değer, ancak şaşırtıcı değildir.) Bilim arayışını canlandıran her ne ise ortadan kalkmış görünüyor. Sonunda, yalnızca geçmiş bilgiyi koruma arzusu düştü. Güvenli bilginin olasılığı hakkında bile artan bir şüphecilik ortaya çıktı ve büyü ve popüler batıl inançlar zemin kazandı. Helenik ve Helenistik tarzlarında Yunan bilimsel başarısının özü ve ruhu, geç antikitede yavaş yavaş kayboldu. Nedenini açıklamak için çeşitli açıklamalar önerilmiştir. Olası bir açıklama, bilim ve bilimsel kariyerler için net bir sosyal rolün eksikliğine işaret ediyor. Bilim, antik dünyada zayıf bir şekilde sosyalleştirildi ve kurumsallaştı ve toplumda ideolojik veya maddi bir destek temelinden büyük ölçüde yoksundu. Bilim adamı ya da doğa filozofu sıfatıyla bireyler için hiçbir istihdam mevcut değildi ve Helenistik dönemde gelişen bilim ve doğa felsefesinin felsefenin kendisinden ayrılması, bilimsel girişim için herhangi bir sosyal rolü daha da zayıflattı. İlgili bir açıklama, antik ekonomi ve antik çağda bilim ve teknolojinin ayrılması ile ilgilidir. Yani, kölelik, insan emeğinin göreli ucuzluğu ve doğal bilginin pratik amaçlara uygulanmaması gerektiği ideolojisi göz önüne alındığında, bilim adamlarını istihdam etmek veya soyut doğa anlayışlarının pratik sonuçlarını aramak için çok az teşvik vardı. Başka bir deyişle, doğal bilginin olası faydasını dışlayarak, bilime yönelik sosyal rolü ve sosyal desteği baltaladı Tarihçiler, geç antik dönemde çeşitli dini kültlerin ve mezheplerin gelişmesinin otoriteyi ve canlılığı zayıflatmak için çok şey yaptığını da güçlü bir şekilde ortaya koydular. eski bilimsel geleneklerden. Değişen derecelerde, geç antikitenin birçok kültü, yaklaşımlarında entelektüel karşıtıydı ve geleneksel doğa bilgisi ile entelektüel ve manevi rekabeti temsil ettiler. Yunan bereket tanrıçası Demeter kültü ve Mısır tanrıçası İsis kültü geniş takipçiler topladı. Roma imparatorluğunun yetkilileri arasında popüler olan Mithraism, Pers ışık tanrısı Mithras'a tapan geç doğuya ait bir gizem kültü, ekinoksların devinimiyle ilgili gizli ve gizli astrolojik ve astronomik bilgileri bünyesinde barındırıyordu. Ve mesihçi Yahudilikten doğan en başarılı yeni kült Hıristiyanlıktı. MS 313'te Hıristiyanların resmi hoşgörüsü, imparator Konstantin'in 337'de Hıristiyanlığı kabul etmesi ve 391'de Hıristiyanlığın Roma İmparatorluğu'nun resmi devlet dini olarak ilan edilmesi, Hıristiyan kilisesinin olağanüstü sosyal ve kurumsal başarısının işaretiydi.

S146 Uzmanlar, Hristiyanlığın antik bilim üzerindeki etkisini tartışıyorlar, ancak ağır teolojik yönelimi, dini yaşam üzerindeki adanmışlık vurgusu ve vahiy, öbür dünya ve Mesih'in ikinci gelişi üzerindeki vurgusu ile erken Hristiyan kilisesi ve kilise liderleri. genel olarak pagan kültürüne ve özel olarak bilime ve doğaya yönelik araştırmalara karşı az ya da çok düşmanlık, şüphecilik, müphemlik ve/veya kayıtsızlık sergiledi. Sadece bir örnek vermek gerekirse, Aziz Augustine (354–430 CE) doğa felsefesine ve “Yunanlıların physici dediği kişilere” sövdü. Daha dünyevi bir düzeyde kilise, eski uygarlıkta sıkı bir şekilde kurumsallaştı ve toplumun her düzeyinde müthiş bir kurumsal mevcudiyet kazandı. Kilise bürokrasisi ve idaresi, daha önce İskenderiye Müzesi için veya genel olarak bilim için işe alınmış olabilecek entelektüel veya başka türlü yetenekleri sömürme etkisine sahip istihdam ve kariyerler sundu. Teknoloji tarihçileri, antik çağda neden sanayi devrimi gelişmediğini sordular. Daha sonra göreceğimiz gibi, soru zayıf bir soru, ancak basit cevap, buna gerek olmadığı, çağdaş üretim tarzlarının ve günün köle temelli ekonomisinin tatmin edici bir şekilde statükoyu koruduğu görünüyor. Arzu edilen bir amaç olarak kapitalist kâr fikri, çağdaş zihniyete tamamen yabancıydı. Bu nedenle, teknolojinin büyük ölçekte bu amaçlar için kullanılabileceği veya kullanılması gerektiği fikri de vardı. Antik çağda bir sanayi devrimi kelimenin tam anlamıyla düşünülemezdi. İskenderiye'deki Müze ve Kütüphanenin nihai yıkımı, hesaplanamaz bir kayıp oldu. Ayrıntılar belirsiz kalsa da, İskenderiye ve entelektüel altyapısı üçüncü yüzyılın sonlarından itibaren birçok darbe aldı. Kasabanın çoğu, 270-75'te, Suriyeli ve Arap işgalciler tarafından bir anlık ele geçirilmesinden sonra Roma'nın şehri yeniden fethetme çabalarında yıkıldı. Hıristiyan kanunsuzlar pekâlâ dördüncü yüzyılda kitapları yakmış olabilirler ve 415'te Hıristiyan fanatikler, bilinen ilk kadın matematikçi ve Müzenin bilinen son maaşı olan pagan Hypatia'yı öldürdüler. Asırlık Müze böylece sona erdi, ancak bir yan kütüphane devam etmiş olabilir. İskenderiye, İskenderiye'deki antik Kütüphane'den geriye kalanları daha fazla yağmalamış olabilecek fatihler olan 642'de Müslüman güçlerin eline geçti. Başka bir yerde, 529'da Hıristiyan Bizans imparatoru Justinian, Atina'daki Platonik Akademi'nin kapatılmasını emretti. Roma İmparatorluğu MS dördüncü yüzyılda batı ve doğu bölümlerine ayrıldı (bkz. Bizans İmparatorluğu'nun 5.1 haritası). MS 330'da Büyük Konstantin, imparatorluğun başkentini Roma'dan Konstantinopolis'e, günümüz İstanbul'una devretti. Barbar kabilelerinin dalgaları Avrupa'dan batı imparatorluğuna baskı yaptı. Vizigot işgalciler Roma'yı ilk kez MS 410'da yağmaladılar. Diğer Almanlar, Roma İmparatorluğu'nun geleneksel sonunu işaret eden bir tarih olan 476 CE'de İtalya'daki son Roma imparatorunu görevden aldı. Latinleştirilmiş Batı Roma İmparatorluğu düşerken, Konstantinopolis merkezli Helenleşmiş Doğu Roma İmparatorluğu -Yunanca konuşan Bizans İmparatorluğu- ayakta kaldı, gerçekten gelişti. Ancak Bizans'ın kaderi, yedinci yüzyılda, ihtişamı ve tahıl ambarları, yükselen İslam Araplarının silahlı gücü önünde daraldığı için azaldı. 632'den sonra Arabistan'dan dökülen Hz. Muhammed'in takipçileri Suriye ve Mezopotamya'yı fethetti. MS 642'de Mısır ve İskenderiye'yi ele geçirdiler ve yüzyılın sonunda Konstantinopolis'in kendisine baskı yaptılar. Bilim ve uygarlık Müslüman İspanya'da, doğu bölgelerinde ve tüm İslam dünyasında gelişmeye devam edecekti, ancak MS yedinci yüzyılda Yunan bilim ve antik çağının kendisi açıkça sona ermişti. Avrupa'nın çoğunu içeren Roma Batısı, Doğu'ya kıyasla her zaman az gelişmişti. Antik çağın sonundaki entelektüel ve başka türlü düşüş, Batı'yı, daha büyük bir sürekliliğin hüküm sürdüğü Doğu'dan çok daha fazla etkiledi. Gerçekten de, bozulma ve süreksizlik sözcükleri, Greko-Romen antikitesinin sonundaki 'batı uygarlığı'nı uygun bir şekilde tanımlar. Örneğin, İtalya'nın nüfusu MS 200 ile 600 arasında yüzde 50 azaldı. Bir çağ sona ermişti ve çağdaşlarına kesinlikle yenilenme vaadi gelmiyor gibiydi. Geç Romalı yazar ve senatör Boethius (MS 480-524), onun tarihi bir yol ayrımında durduğunu biliyordu ve davası bu açıdan çok dokunaklı. Boethius son derece iyi eğitimliydi ve Platon'a, Aristoteles'e ve Sokrates öncesi döneme kadar uzanan bir bin yıl öncesine uzanan klasik Yunan ve Latin antik geleneğinin tamamen mirasçısıydı. Yine de görevdeydi ve bir Roma imparatoruna değil, Roma'daki Ostrogot kralı Theodoric'e katıldı. Theodoric tarafından uzun yıllar hapsedilen Boethius, antik çağın birikmiş bilgisini elinden geldiğince sonraki çağa aktarmak için her türlü çabayı gösterdi. Aritmetik, geometri, astronomi, mekanik, fizik ve müzik üzerine kısa temel el kitapları yazdı. Ayrıca, Aristoteles'in bazı mantıksal incelemelerini, bazılarını Öklid'i ve belki Arşimet ve Ptolemy'yi tercüme etti. Hapishanede, aslında küçük bir teselli olduğunu kanıtlayan, Felsefenin Tesellisi Üzerine ölümsüz meditasyonlarını da yazdı. Theodoric, Boethius'u 524'te idam ettirdi. Avrupa Orta Çağları ve Orta Çağ'daki bilim tarihi ile ilgilenen tarihçiler, klasik antik çağlardan gelen bilginin doğrudan Avrupa tarihi akışına ne ölçüde geçtiğini belirtmek için genellikle Boethius ve meslektaşlarına işaret eder. kültür. Boethius gibi bir Romalı olan ve erken dönem manastır hareketini etkilemiş olan Cassiodorus (488–575), daha sonra bilgili din adamları Sevilla'lı Isidore (560-636) ve Muhterem Bede (ö. 735) gibi bu bağlamda düzenli olarak anılır. Bu adamlar ve durumları hakkında çok fazla ilgi var, ancak Latin Batı, Yunan biliminin en küçük kırıntılarını miras aldı. Dünya perspektifinden bakıldığında, vurgulanması gereken şey, Orta Çağ'ın başlarında Avrupa ve Latin Batı'nın Hıristiyan barbarları arasındaki son derece üzücü öğrenme durumudur. Roma'nın çöküşünden sonra okuryazarlığın kendisi fiilen ortadan kalktı ve Batı Avrupa'da tüm niyet ve amaçlar için Yunanca bilgisi yok oldu. Sevillalı Isidore, görünüşe göre güneşin yıldızları aydınlattığını düşünüyordu. İki on birinci yüzyıl Avrupalı ​​bilgin, Köln'den Regimbold ve Liège'den Radolf, geometriden gelen 'bir üçgenin iç açıları iki dik açıya eşittir' şeklindeki temel önermenin anlamını kavrayamadılar. 'Fet', 'feet kare' ve 'feet küp' terimlerinin onlar için hiçbir anlamı yoktu. Antik Yunan'ın bilimsel geleneklerinin yüzyıllar sonra Batı Avrupa'da nasıl ve neden yerleştiği, ayrı açıklamalar ve dünya sahnesine geri dönüş gerektiriyor.(After the fall of Rome literacy itself virtually disappeared, and knowledge of Greek for all intents and purposes vanished in Western Europe. Isidore of Seville apparently thought the sun illuminated the stars. Two eleventhcentury European scholars, Regimbold of Cologne and Radolf of Liège, could not fathom the sense of the elementary proposition from geometry that “the interior angles of a triangle equal two right angles.” The terms “feet,” “square feet,” and “cubic feet” had no meaning for them. How and why the scientific traditions of Greek antiquity took hold in western Europe centuries later require separate explanations and a return to the world stage.)

S147 Antik Yakın Doğu'nun kurumsal kalıplarının Helenistik Yunanlıların soyut entelektüel yaklaşımıyla Helenistik birleşmesinden sonra, Helenistik benzeri bilimsel gelenekler geç antik çağda ve Orta Çağ'da bir dizi Yakın Doğu imparatorluğunda kök saldı: Bizans'ta, Sasani'de. Pers ve İslam fetihlerini oluşturan geniş bölgede. Aynı zamanda, yerli bilimsel araştırma gelenekleri Çin, Hindistan ve Orta ve Güney Amerika'da bağımsız olarak gelişti. Babil tarzında zengin tarım arazilerini kontrol eden hükümdarlar, bu araştırma alanlarının faydalı bilgiler üreteceği umudu ve beklentisiyle takvimsel astronomi, astroloji, matematik ve tıp uzmanlarını himaye ettiler. Bu arada, bilim ve geleneksel zanaatlar esasen ayrı işletmeler olarak her yerde devam etti. Bölüm II, ortak çağın 500 ila 1500 bin yılı boyunca bu gelişmeleri araştırıyor.

S150 Roma MS 476'da düştükten sonra, başkenti Konstantinopolis olan imparatorluğun doğu bölgeleri yavaş yavaş Yunanca konuşan Bizans İmparatorluğu'na dönüştü (bkz. harita 6.1). Bir imparator tarafından yönetilen ve ayrıntılı ve entrikacı bürokrasiler (dolayısıyla “bizans”) tarafından yönetilen bir Hıristiyan devleti olan Bizans İmparatorluğu, 1453'te Osmanlı Türkleri tarafından istila edilmeden önce bin yıl ayakta kaldı. Mısır ekmek sepetine sahip olan imparatorluk gelişti ve zengin imparatorlar birçok eski yüksek öğrenim kurumunu himaye etmeye devam ettiler. Bizans İmparatorluğu'ndaki bilim, tarihçiler tarafından daha ayrıntılı olarak incelenmeyi beklemektedir. Bizans uygarlığı genellikle anti-entelektüel olmakla eleştirilir ve bir devlet dini olarak empoze edilen mistik bir Hıristiyanlık tarafından bastırılır. İmparator Justinian'ın (527–565) MS 529'da diğer okullarla birlikte Platon'un Atina'daki hâlâ işleyen Akademisini kapatması, genellikle devletin bilime karşı baskıcı duruşunun kanıtı olarak görülüyor. Yine de Bizans'ı bilim tarihinden kovmak, Helenistik geleneklerin devamını ve doğu bürokratik uygarlıklarına özgü, bilimin ve faydalı bilginin toplumda kurumsallaştığı yolları gözden kaçırmak olur. Justinianus'un kapanmasından sonra bile, devlet okulları ve kilise okulları matematik bilimlerinde (quadrivium: aritmetik, geometri, astronomi ve müzik), fizik bilimlerinde ve tıpta eğitim verdi; kütüphaneler öğrenme merkezleri olarak var olmuştur. Yatarak tıbbi tedavi (ve Hıristiyan merhameti) kurumu olarak gerçek hastane, dikkate değer bir Bizans yeniliğiydi. Bugünkü hastane gibi, öncelikle bir tıp teknolojisi merkeziydi, bilim değil. Hastaneler, Bizans İmparatorluğu'nun her yerinde hükümet, kilise ve aristokrat patronların cömertliğiyle ortaya çıktıkça, bir ölçüde tıbbi araştırma merkezleri haline geldiler. Bizans tıbbı, Galen ve Hipokrat'ın tıbbi ve fizyolojik öğretilerini tamamen özümsedi, bazı hastaneler kütüphaneleri ve öğretim programlarını sürdürdü ve hatta bazı orijinal araştırmaları ve yenilikçi teknikleri teşvik etti. Öğrenilmiş Bizans doktorları, Yunan bilgilerinin çok fazla tekrarına rağmen, etkili tıbbi ve farmakolojik kitaplar ortaya çıkardılar. Bizans uygarlığında veteriner hekimlik, süvari ve süvari hücumu Bizans ordusunun ve askeri taktiklerinin temelini oluşturduğundan beri savaş atlarının iyiliğiyle ilgilenen hükümdarlar tarafından yoğun bir şekilde desteklenen Bizans uygarlığındaki bilimsel-tıbbi faaliyetin dikkate değer bir yönüydü. Sonuç olarak, Bizans veteriner hekimleri, zaman zaman özgünlük düzeyi yüksek olan birçok veterinerlik el kitabı ürettiler. Kesin bilimler alanlarında, Yunanca konuşan Bizans bilginleri, antik çağlardan Yunanca öğrenmenin çoğunu miras aldılar. Aristoteles, Öklid ve Ptolemy'lerini biliyorlardı ve Bizanslı astronomlar ve matematikçiler bazen daha önceki Yunan ve çağdaş Pers kaynaklarına dayanan karmaşık risaleler ürettiler. Takvim çalışmasına ek olarak, Bizans astronomisini karakterize eden, geleceği bilmeye yönelik o saygıdeğer ve sönmez arzuyu yansıtan güçlü bir astroloji unsuru. Uzmanlar aynı şekilde müzik ve matematiksel müzik teorisi üzerinde çalıştılar, belki de ayinle ilgili amaçlar için. Ve son olarak, Bizans simyası ve simya mineralojisi, hem önemli araştırma faaliyeti hem de algılanan pratik fayda alanları olarak göz ardı edilemez. Erken Bizans döneminin en dikkate değer doğa filozofu İoannis Philoponus'tur. Bir Hıristiyan olan Philoponus, MS altıncı yüzyılın ortalarında Bizans yönetimi altında İskenderiye'de yaşadı ve çalıştı ve Avrupa'daki Bilimsel Devrim'den önce Aristoteles fiziğine en kapsamlı saldırıyı başlattı. Çeşitli yorumlarda Aristoteles'in keskin eleştirilerini ve Aristotelesçi fizik teorisinin çeşitli yönlerini geliştirdi. Örneğin, mermi hareketinin ustaca analizinde - hareket Aristoteles gerekli hareket ettirici olarak ortam havasını çağırarak topal bir şekilde açıklamıştı - Philoponus, fırlatıcının mermiye kendini hareket ettirmek için belirli bir güç verdiğini öne sürdü. Philoponus'un görüşleri sırayla diğer yorumcuların eleştirel yanıtlarını ateşledi ve tartışmayı Aristoteles'in doğa felsefesi üzerine yazılarındaki belirli problemler üzerine odakladığı için Philoponus daha sonra Aristoteles'in çalışmalarını incelemeye geldiklerinde İslami ve Avrupalı ​​doğa filozofları arasında etkili oldu. Yunanlıların bilimini ve Yunanca yazmayı öğrenmiş olması, kariyeri ve başarıları Bizans bilim geleneğinde önemli noktalardır.

S152 Bizans biliminin tam bir sosyal tarihi, konuyu, özgünlüğü ve saf teoriyi vurgulayan tek başına entelektüel tarihten daha uygun bir ışıkta gösterecektir. Böyle bir sosyal tarih, entelektüel açıdan hırslı olmayan tıp kitaplarına, Bizans hükümdarları tarafından tutulan veteriner hekimler tarafından yayınlanan incelemelere, Bizans yönetimi altında üretilen birçok çiftçi el kitaplarına ve şifalı bitkilere, ayrıca astroloji ve simyaya çok dikkat edecektir. Bürokratik merkezileşmenin aşırı olduğu bir toplumda, tam olarak ansiklopedistler, çevirmenler ve faydalı ve sıradan konularda el kitabı yazarları için destek geldi. Ve tam da tarihçilerin teorik yeniliği tespit etmeye niyetli olduğu türden bir çalışma ihmal etme eğilimindedir. Mısır'ın ve Nil Vadisi'nin üretken kaynaklarının yedinci yüzyılda işgalci Araplar tarafından kaybedilmesi, Bizans ekonomisi ve toplumu için ciddi bir gerilemeydi. Yine de küçültülmüş bir Bizans uygarlığı kendisini, şehirlerini, kurumlarını ve bilimini yüzlerce yıl korudu. Bununla birlikte, Bizans'ın Türklerden, Venediklilerden ve haçlı seferlerinde dost ve pek de dost canlısı olmayan Avrupalı ​​Hıristiyanlardan gelen zorluklarla karşı karşıya kalmasıyla birlikte, kaçınılmaz olarak, 1000 yılından sonra düşüş başladı. 1204'te Haçlılar Konstantinopolis'i yağmaladılar ve 1261'e kadar işgal ettiler. Nihayet 1453'te şehir ve imparatorluk Türklerin eline geçti. Osmanlı Türklerinin imparatorluğundaki bilimin öyküsü, gelecek vadeden bilim adamları tarafından yazılan bir bölümdür. Bizans hiçbir zaman önemli bir özgün bilim merkezi olmadıysa da, laik Yunan öğrenme geleneğini reddetmedi. Gerçekten de, Hıristiyanlığın resmi devlet dininin yanı sıra bu geleneği hoşgördü ve hatta korudu. Antik Mezopotamya'nın kalbinde, Sasani hanedanı, hidrolik tarıma ve eski sulama sistemlerinin restorasyonu ve bakımına dayalı tipik bir Yakın Doğu ekonomisiyle birlikte tipik bir Yakın Doğu bilimsel kurumlar sistemi yarattı. Sasani hanedanı MS 224'te kuruldu ve güçlü bir merkezi hükümet ve yazıcıları, astrologları, doktorları, şairleri ve müzisyenleri içeren bürokratik bir kast ile karakterize edildi. Altıncı yüzyıla gelindiğinde, bugünkü Basra'nın kuzeydoğusundaki Jundishapur'daki kraliyet ikametgahı, birçok farklı öğrenilmiş geleneğin karıştığı bir kültürel kavşak haline gelmişti: Pers, Hıristiyan, Yunan, Hindu, Yahudi ve Suriye. 489'da Türkiye'deki Edessa'daki merkezlerinin kapatılmasının ardından, yanlarında Yunanca öğrenimini de getiren Nasturi Hıristiyanlar Bizans'tan kaçtığında Fars kültürel yaşamı zenginleşti. Merkezi Cundishapur'da olan önemli bir çeviri çalışması, Yunanca metinleri yerel dil olan Süryanice'ye çevirdi. Yararlı bilgi içerdiği kabul edilen metinler genellikle çeviri için seçilirdi - özellikle tıp sanatları, aynı zamanda Aristoteles'in mantıksal yolları, matematik ve astronomi dahil olmak üzere bilimsel konular. Jundishapur ayrıca Hintli tıp ustalarının varlığıyla zenginleşen bir hastane ve tıp fakültesinin yeri oldu; Daha sonra Arap-İslam halifeleri tarafından devralınan Cündişapur'daki tıp okulu, on birinci yüzyıla kadar gelişmeye devam etti. İran hükümet yetkilileri ayrıca astronomik ve astrolojik araştırmalara sponsor oldular. Son zamanlardaki yeniden değerlendirmeler önemini azaltmış olsa da, Jundishapur yine de kozmopolit bir entelektüel merkez ve İran'ın MS 642'de İslam'ın güçlerine düşmesinden birkaç yüzyıl önce bir bilimsel himaye merkeziydi. Sasani uygarlığı, bir hidrolik tarım ekonomisini yönetmek için otoritenin merkezileştirilmesinin bilimsel kurumları beslediğini bir kez daha gösteriyor. Kültürü, eski Doğu krallıklarının kurumsal ve entelektüel geleneklerini ve klasik, Helenik Yunanistan'ın kurumsal ve entelektüel geleneklerini bir ölçüde melezleştirdi ve bazılarında bir Yunan saf bilim geleneğinin bir niş bulduğu devlet egemenliğindeki kurumlar üretti. Bir kez daha, yoğunlaştırılmış sulamalı tarımın yarattığı büyük tarımsal fazlalar biçimindeki muazzam zenginlik, bu tür kurumsal himayeyi mümkün kıldı. Bu durum aynı zamanda Batı Avrupa'da modern bilimin gelişmesinden önce Yunan bilimsel etkisinin ağırlıklı olarak Doğu'da geliştiğini doğrulamaktadır. Ortadoğu, bu kez İslam'ın himayesinde bir bilim medeniyeti daha üretti. Muhammed'in 622 CE'de Mekke'den uçuşu, Müslüman döneminin geleneksel başlangıcını işaret ediyor. İslam kelimesi Tanrı'nın iradesine teslim olmak anlamına gelir ve Müslümanlar (veya Müslümanlar) teslim olanlardır. Araplar, Arabistan'ın halklarıdır ve Arap çöllerinden ve yedinci yüzyılın göçebe bir pastoral toplumundan İslam inancı doğuda ve batıda birçok farklı halka yayılmıştır. Otuz yıl içinde İslam orduları Arabistan, Mısır ve Mezopotamya'yı fethetti - Pers gücünün yerini aldı ve Bizans İmparatorluğu'nu ciddi şekilde azalttı. Bir yüzyıldan biraz daha uzun bir süre içinde Portekiz'den Orta Asya'ya uzanan bir İslam devleti kurdular.

S154 Birleşik bir sosyokültürel alan olan İslam, büyük bir dünya medeniyeti olarak zenginleşti ve bilimsel kültürü en az beş yüzyıl boyunca gelişti. İslam'ın başarısı, askerlerine olduğu kadar sadık çiftçilerine de bağlıydı. İlki, Mezopotamya ve Mısır'daki yerleşik taşkın ovalarını devraldı ve bir tarım devrimi anlamına gelen, yeni ve daha çeşitli gıda ürünlerini Akdeniz ekosistemine uyarladı: pirinç, şeker kamışı, pamuk, kavun, narenciye ve diğer ürünler. Yeniden inşa edilen ve genişletilen sulama sistemleriyle İslami tarım, büyüme mevsimini uzattı ve üretkenliği artırdı. İslam alimlerinin tarım ve sulama konusunda kesintisiz bir dizi risaleler üretmeleri, bu çalışmaların öneminin bir göstergesidir. Develer, atlar, arılar ve şahinler, İslami çiftçiler ve İslami yöneticiler için önemli olan tüm hayvanlar üzerine uzmanlaşmış risaleler de öyledir. Bu tür gelişmiş tarımsal üretkenliğin etkileri tipikti: eşi görülmemiş nüfus artışları, kentleşme, sosyal tabakalaşma, siyasi merkezileşme ve yüksek öğrenimin devlet himayesi. 762 yılında Dicle üzerinde kurulan Bağdat, 1,1 milyonluk nüfusu ile 930'larda dünyanın en büyük şehri haline geldi. Güneybatı İspanya'daki Córdoba, İslami yönetim altında 1.000.000'a yakın bir nüfusa ulaştı ve diğer bazı İslam şehirlerinin nüfusu, en büyük Avrupa şehirlerinin 50.000'den az nüfusa sahip olduğu bir dönemde 100.000 ila 500.000 arasında nüfusa sahipti. İslam, okuryazarlığa ve Kur'an'ın kutsal kitabına (Kur'an) dayanmaktadır ve buna dayanmaktadır; ve her ne kadar politikada bocalama olsa da, İslam kendini 'kitap ehli' olan Hıristiyanlara ve Yahudilere karşı hoşgörülü gösterdi. Böylece, karşılaştıkları yüksek medeniyetleri yağmalayan ve yok eden Avrupa'nın barbar çiftçilerinin aksine, göçebe ve pastoral Araplar, karşılaştıkları yüksek kültürleri koruyarak ve özümseyerek fetih imparatorlukları kurdular. İlk İslam hükümdarları, belki de daha gelişmiş dinler ve eleştirel entelektüel gelenekler karşısında yeni dinlerinin mantıksal ve retorik konumunu desteklemek için, özellikle Yunan felsefesi ve bilimi dahil olmak üzere yabancı kültürel geleneklere hakim olmayı teşvik ettiler. Sonuç, bir başka melez toplum, İslam'ın kültürel “hellenleşmesi” ve onun tipik bürokratik kurumlarıydı, zengin hükümdarlar ve bir miktar doğal felsefe ile birlikte yararlı bilgiyi teşvik eden patronlar tarafından finanse edildi. Ortaçağ İslam'ı, eski Yunan biliminin başlıca varisi oldu ve İslam medeniyeti, en az 800'den 1300'e kadar neredeyse her bilim alanında dünya lideri olarak kaldı. Peygamber'den sonraki dört yüzyıl boyunca İslam bilim adamlarının sayısı, Thales'i izleyen dört yüzyıl boyunca Yunan bilim adamlarının sayısıyla eşleştiğinden, bilimsel faaliyetin katıksız düzeyi bu noktayı ortaya koymaktadır. İslam bilim adamları, İberya'dan Orta Asya'ya uzanan ilk gerçek uluslararası bilim topluluğunu kurdular. Yine de, kayda değer bilimsel ilgiye rağmen, ortaçağ İslam bilimi, antik Yunan bilimini Avrupa Orta Çağlarına pasif bir şekilde “aktarmak” için bazen hala göz ardı edilmektedir. Bununla birlikte, bir anlık düşünce, İslam bilim tarihini yalnızca veya hatta büyük ölçüde Avrupa bilimi ile bir bağlantı olarak değerlendirmenin veya hatta İslam bilimini “Batı geleneği” içine dahil etmenin ne kadar tarih dışı olduğunu gösterir. Ortaçağ İslam'ı ve bilimi kendi şartlarına göre değerlendirilmelidir ve bu terimler Batılı olduğu kadar Doğuludur. İslami bilimsel metinlerin sadece küçük bir kısmı yayınlanmıştır. Çoğu çalışılmamış ve el yazması olarak kalır. Bugüne kadar yapılan bilimsel vurgu, klasik metinler, bilimsel fikirlerin 'iç' tarihi, biyografiler ve 'precursor-itis' veya daha sonra Avrupa bilimi için önemli olan fikirlerin öncüleri olan Arap bilim adamlarının belirlenmesi üzerinde olmuştur. İslami bilimin kurumsal yönleri, bilimsel bir titizlikle incelenmeye yeni başlıyor ve İslami durum için tam bir tarihsel araştırma gibi bir şey mevcut değil. Ayrıca, alan iki farklı yorumlayıcı ekole ayrılır. Bir okul, Yunan uygarlığından miras kalan -İslam'da 'yabancı' (evil) bilimler olarak bilinen- seküler, rasyonel bilimlerin hiçbir zaman İslam kültürüyle bütünleşmediğini, yalnızca kültürel sınırlarda kaldığını öne sürerek bir 'marjinallik' tezini savunuyor. , en iyi ihtimalle hoşgörülü, ama asla İslam toplumunun temel bir parçası değil. “Asimilasyoncu” ekol ise, yabancı bilimlerin İslami hayatın dokusuna örüldüğünü iddia eder. Her iki yorum da gerçeklere tam olarak uymuyor, ancak burada tercih edilen sunum, özellikle İslami bilimin kurumsal temelinin izini sürmede ve bilimin İslam'daki ve diğer Doğu uygarlıklarındaki sosyal işlevi arasındaki benzerliği kabul etmede asimilasyonculara yöneliyor.

S155 İslam bilim kültürü, daha yerleşik medeniyetlerin öğrenilmesinde ustalaşma çabasıyla ortaya çıktı ve bu, önce belgelerin Arapçaya çevrilmesini gerektirdi. Cundishapur'un erken fethi göz önüne alındığında, İslam medeniyetinin ilk aşamalarında Yunan etkisinden ziyade İran ve Hint etkileri daha etkiliydi. Örneğin daha 760'larda bir Hint heyeti, Hint bilim ve felsefesini öğretmek ve Hint astronomik ve matematiksel metinlerinin Sanskritçe'den Arapça'ya çevrilmesine yardım etmek için Bağdat'a ulaştı. Daha sonra Müslüman bilim adamları, Hintli ustalarla çalışmak için Hindistan'a gittiler. Ancak sonraki yüzyılda, çeviri hareketi Yunan bilimsel çalışmalarına odaklanmaya başladı. Bağdat'taki yönetici halife Al Me'mun, özellikle seküler yabancı bilimlerde çeviri ve ustalık merkezi olarak Bilgelik Evi'ni (Beytü'l-Hikma) MS 832'de kurdu. El-Me'mun, bilgin tercüman ailelerinin, özellikle İshak ibn Hunayn ve akrabalarının, Yunan felsefi ve bilimsel geleneğini Arapça'ya çevirme görevini üstlendiği Hikmet Evi için Bizans kaynaklarından Yunanca bilimsel el yazmaları toplamak üzere elçiler gönderdi. Sonuç olarak, Yunan doğa biliminin, matematiğinin ve tıbbının neredeyse tüm külliyatı Arapçaya aktarıldı ve Arapça, uluslararası uygarlık ve bilim dili haline geldi. Örneğin, Batlamyus'un Almagest'i -el-Mgeste'nin tam adı Arapça “en büyük” anlamına gelir- dokuzuncu yüzyılın başlarında Bağdat'ta çeşitli çevirilerde, ayrıca Öklid'in Öğeleri'nde, Arşimet'in çeşitli eserlerinde ve Aristoteles'in birçok eserinde ortaya çıktı. mantıksal incelemeleriyle başlar. Aristoteles, İslami teorik bilimin entelektüel vaftiz babası oldu ve bir dizi yorumcu ve eleştirel düşünür yetiştirdi. Yunanca metinleri çevirmek için harcanan çabanın bir ölçüsü, bugün bile, Aristoteles'in ve onun Yunan yorumcularının eserlerinin- sözüm ona herhangi bir Avrupa dilinden daha fazla Aristotelesçi yazının Arapça olarak mevcut olmasıdır. Al Me'mun, çevirmenlerini ve Bilgelik Evi'ni yalnızca öğrenme sevgisinden değil, özellikle tıp, uygulamalı matematik, astronomi, astroloji, simya ve mantık. (Aristoteles başlangıçta hukuk ve yönetim mantığının pratik değeri nedeniyle asimile oldu ve ancak daha sonra bilimsel ve felsefi eserlerinin tamamı Arapça'ya ulaştı.) Tıp, İslami çevirmenler tarafından doğallaştırılan birincil alandı; İshak ibn Huneyn tek başına Galen ve Hipokrat'ın 150 eserini tercüme etti. Böylece, MS 900'e gelindiğinde, Avrupa, Galen'in yalnız bilginler tarafından yazılan belki de üç eserine sahipken, İslam'ın 129'u hükümet himayesi altında üretti. Büyük bir bilimsel uygarlığın temeli atılmıştı. İslam dünyasında seküler bilimler genellikle kendi çıkarları için değil, daha çok yararları için değerlenirdi; Seküler bilgi normalde bireyci doğa filozofları tarafından Helenik Yunanistan'da veya daha sonra Hıristiyan Avrupa'da olduğu gibi kendi içinde bir amaç olarak takip edilmedi. Bu ölçüde, “marjinallik” tezi, İslam toplumunda saf bilimin yeri hakkında bir dereceye kadar fikir vermektedir. Bununla birlikte, böyle bir görüş, bilimin İslam kültüründe çeşitli sosyal nişlerde nasıl patronluk tasladığı ve kurumsallaştığını hafife alır. Sosyal tarih olarak “asimilasyoncu” tez, İslam'da bilim ve doğal bilginin rolünü ve kurumsallaşmış karakterini daha doğru bir şekilde tasvir eder.

S157 Örneğin, her yerel cami, büyük ölçüde dini olsa da, bir okuryazarlık ve öğrenme merkeziydi. Ancak camilerde, namaz vakitlerini belirleyen resmi zaman görevlileri (muvakkit) de vardı. Bu ayrıntılı ve kesin prosedür, ancak yetkin gökbilimciler veya en azından eğitimli uzmanlar tarafından gerçekleştirilebilir. Örneğin ikindi namazı, bir cismin gölgesinin öğle vaktindeki gölgesinin uzunluğu ile cismin uzunluğunun toplamına eşit olduğu zaman meydana gelir. Bu zamanları birkaç ezoterik coğrafi ve mevsimsel faktör belirler ve muvakkit, bazıları 30.000'den fazla girişe sahip ayrıntılı zaman tutma tabloları kullanır, bunlar, namazın ne zaman yapılması gerektiğini belirlemek için usturlaplar ve ayrıntılı güneş saatleri gibi araçlarla desteklenir. (Usturlab, astronomi, coğrafya ve trigonometrideki 300 tür problemi çözebilen son derece gelişmiş bir alet haline geldi.) Benzer şekilde, müminler Mekke yönünde dua ettiler ve dolayısıyla bu yönü keşfetmek için coğrafi bilginin de yerel olarak uygulanması gerekiyordu. Gökbilimciler, her gün Ramazan'ın başlangıcını, bir aylık oruç tutma süresini ve her gün şafağın saatini belirlediler. Bu doğrultuda, her yerel İslam cemaati, mirasın taksimini denetleyen, matematiksel ve yasal olarak eğitilmiş uzmanlara, faradiye sahipti. İslami hukuk fakültesi veya medrese, bazı “dış bilimlerin” öğretildiği bir yüksek öğrenim kurumuydu. İslam dünyasında yaygın olan medrese, öncelikle “İslam ilimleri”nde hukuk eğitimi için gelişmiş bir okuldu - İslam'ın önde gelen bilimi olan ilahiyat değil hukuk. Medrese, kendi kendini yöneten bir şirket olmadığı için (İslam'da yasaklanmıştır) daha sonraki Avrupa üniversitesi ile eşit tutulmamalıdır. Standart bir müfredatı sürdürmedi ve derece vermedi. Teknik olarak, kuruluş tüzüğüne sıkı sıkıya bağlı olan ve İslam'ın temel ilkelerine aykırı herhangi bir şey öğretmesi yasaklanan bir hayır kurumu olan medrese, daha çok öğrencilerin bireysel olarak çalıştıkları ve öğretimin ezber, okuma ve ezberlemeyi vurguladığı bağımsız bilim adamlarından oluşan bir topluluk olarak işlev gördü. yetkili metinlerin ustalığı. Vakıflar eğitmenleri destekledi ve öğrenim ücretini, odayı ve öğrenci yönetim kurulunu ödedi. Seküler bilimler, bu yüksek öğrenim kurumlarında kendine bir yer buldu. Örneğin mantık, Yunan geleneklerinden devralındı ​​ve aritmetik, mirasları ele almak için fardileri veya uzmanları eğitmek amacıyla çalışıldı. Benzer şekilde, geometri, trigonometri ve astronomi, sıkı bir şekilde kontrol edilmesine rağmen, aynı şekilde, namaz için uygun vakitleri ve Mekke'nin yönünü belirleme dini ihtiyaçları nedeniyle İslami çalışmaların kapsamına girdi. Uzmanlar, kamuya açık olarak bilinmemekle birlikte, medresenin resmi ortamı dışında “dış bilimler” konusunda özel eğitim de verdiler. Ve medreseler ve camilerle bağlantılı halk kütüphanelerinde laik bilimsel ve felsefi kitaplar bulunabilirdi. Kısacası, o halde, tabiî ilimleri öğrenmek isteyen talebe, bunu medrese kurumu içinde ve çevresinde yüksek düzeyde bir bilgi birikimi ile yapabilirdi. Kütüphane, doğa bilimlerinin beslendiği İslam medeniyetinin bir başka büyük kurumunu oluşturdu. Genellikle medreselere veya camilere bağlı, genellikle kütüphanecilerden oluşan ve halka açık olan, İslam dünyasında binlerce olmasa da yüzlerce kütüphane ortaya çıktı. Sadece Cordoba'da yetmiş kitaplık vardı ve bunlardan biri 400.000 ile 500.000 arasında cilt içeriyordu. 13. yüzyılda Bağdat'ta her biri kendi kütüphanesine sahip otuz medrese bulunmaktaydı ve 1500'de Şam'da 150 medrese faaliyet gösteriyordu. Mali'deki Timbuktu'da, İslamlaştırılmış Afrika'nın derinliklerinde bulunan kütüphanede 30.000 cilt vardı. Maragha'daki gözlemevine bağlı kütüphanenin 400.000 cilt içerdiği bildirildi. Onuncu yüzyıl Kahire'sindeki bir başka Bilgelik Evi (Dârü'l-ilm), 18.000 kadar bilimsel başlık da dahil olmak üzere belki 2 milyon kitap içeriyordu. Bir koleksiyoncu, kütüphanesini taşımak için 400 deve gerektiğini söyleyerek övündü; bir diğerinin mülkü, her biri iki adam tarafından yönetilen 600 kutu kitap içeriyordu. Batıda Avicenna olarak bilinen onuncu yüzyıl İranlı doktoru İbn Sīnā (980-1037), İslam'ın Asya eteklerinde Müslüman Buhara'daki kraliyet kütüphanesinin etkileyici kalitesi hakkında bir açıklama yaptı: Orada sıra sıra dizilmiş kitaplarla dolu birçok oda buldum. Bir oda Arap filolojisi ve şiiri üzerine eserlere, diğeri fıkıh ve benzerlerine tahsis edildi, her bir ilim hakkındaki kitapların kendilerine ait bir odası vardı. Antik Yunan yazarlarının kataloğunu inceledim ve ihtiyacım olan kitapları aradım; Adını bile pek az kişinin duyduğu, benim de ne daha önce ne de daha sonra hiç görmediğim bu koleksiyonda kitaplar gördüm.

S160 Tam tersine, Orta Çağ Avrupa'sındaki kütüphaneler yalnızca yüzlerce öğeye sahipti ve on dördüncü yüzyıl gibi geç bir tarihte Paris Üniversitesi'ndeki kütüphane koleksiyonunda yalnızca 2.000 başlık bulunurken, bir yüzyıl sonra Vatikan kütüphanesi yalnızca birkaç yüz eser daha içeriyordu. Ancak tek başına öğrenme sevgisi İslami kütüphaneleri açıklayamazdı. Devasa koleksiyonların oluşumu, açıkça halifelerin ve varlıklı hamilerin masrafları üstlenme istekliliğine bağlıydı. Aynı zamanda, sekizinci yüzyılda Çinlilerden alınan ve kağıt ve çok daha ucuz kitapların seri üretimine izin veren yeni bir teknoloji olan kağıt yapımına da bağlıydı. 751'den sonra Semerkant'ta, 793'te Bağdat'ta, 900'de Kahire'de, 1100'de Fas'ta ve 1150'de İspanya'da kağıt fabrikaları ortaya çıktı. Sadece Bağdat'ta 100 dükkanda kağıt kitap çıktı. İronik olarak, on beşinci yüzyılda matbaa ortaya çıktığında İslami otoriteler, Tanrı'nın adını kirletme korkusuyla ve istenmeyen malzemelerin yayılmasını önlemek için matbaayı yasakladılar. Gökbilimciler daha önce gökleri gözlemlemiş olsalar da, İslam medeniyeti yeni ve ayırt edici bir bilimsel kurum yarattı: resmi astronomik gözlemevi. Hükümdar halifeler ve padişahlar, rasathaneler, onların teçhizatı ve astronomların asaları tarafından garanti altına alınan birçok pratik işlevi yerine getirdiler. Gökbilimciler, takvimsel ve dini amaçlar için - namaz vakitlerini ve Ramazan gibi dini törenleri sabitlemek için - giderek daha doğru astronomik el kitapları (zij) hazırladılar. İslami takvim, eski Babil'deki gibi, yeni ayın ne zaman başladığını belirleyen eğitimli gözlemciler ile 30 yıllık bir döngü boyunca açılan 29 veya 30 günlük 12 aylık bir ay takvimiydi. Coğrafya, astronomiyle de yakından bağlantılıydı ve Batlamyus'un Coğrafyası'ndan başlayarak, Müslüman astronomlar, hem denizcilere hem de çöl yolcularına hizmet edebilecek seyrüsefer ve coğrafi teknikler geliştirdiler. İslami otoriteler, göklerin incelenmesi olarak astronomi ile insan ilişkileri üzerindeki göksel etkiyi araştıran astroloji arasında resmi olarak ayrım yaptılar. Ayrım, astronominin sosyal entegrasyonunu kolaylaştırmış olabilir, ancak kraliyetin astronomi himayesinin arkasındaki en güçlü tek güdü, astrolojinin varsayılan kehanet gücü olarak kaldı. Dini otoriteler tarafından dindarlığı Tanrı'dan ziyade yıldızlara yanlış yönlendirdiği gerekçesiyle zaman zaman kınanmasına rağmen, astroloji seküler bilimlerin en popüleri olmaya devam etti ve özellikle düzenlemelerin ve sınavların nitelikleri, görevleri ve nitelikleri belirlediği mahkeme ortamlarında gelişti. astrologların maaşları. Başka yerlerde, yerel polis şefi astrolojiyi bir pazar etkinliği olarak düzenledi. Ptolemy'nin Almagest'i ile birlikte, Müslüman astronomlar/astrologlar onun astrolojik incelemesi Tetrabiblos'u elde ettiler ve birçoğu onu burçlar yapmak ve mahkeme astrologları olarak himaye kazanmak için kullandı ve ciltler gibi. İslam dünyasında gözlemevleri ortaya çıktı. Al-Ma'mun ilkini 828 civarında Bağdat'ta kurdu. 1259'da kurulan en ünlü gözlemevi, Hazar Denizi yakınlarındaki verimli bir bölgede bulunan Maraghah'taki gözlemeviydi. Astrolojik tahmini geliştirmek için kısmen oluşturuldu. Gözlemevine önemli bir kütüphane eklendi ve bilimlerde gerçek eğitim orada hükümet desteğiyle sunuldu. Uzman astronomlar, ancak Maraghah ekolü olarak adlandırılabilecek şeyi oluşturdular ve et-Tūsī (ö. 1274), al-Shīrāzī (ö. 1311) ve onların halefi İbnü'ş-Şātir (ö. 1375) gibi adamlar, Ptolemaios'a ait olmayan (yine de yer merkezli) gezegen hareket modellerini mükemmelleştirmede ve bunları son derece doğru gözlemlere karşı test etmede antik astronomi ve astronomik teoriyi aştı. Ancak, Maragha'daki gözlemevi, diğerleri gibi, kısa ömürlü oldu ve en fazla 60 yıl sürdü. İslami olmayan Moğol hükümdarları tarafından korunmasına rağmen, Maraghah Rasathanesi ve diğer bazı İslami gözlemevleri, dinsiz astroloji çalışmalarına karşı dini tepkiyle kapatıldı. Daha kuzeyde ve doğuda, 15. yüzyılda Semerkant'ta, sulanan meyve bahçeleri, bahçeler ve ekili arazilerle geçinen ünlü Müslüman alim- Prens Uluğ Bey (1393-1449) bir medrese ve büyük bir rasathane kurdu.

S162 İslam astronomlarının gözlemlerinin kesinliğine verdikleri önem, Semerkant'ta 40 metre (132 fit) yarıçaplı üç katlı sekstant gibi olağanüstü büyük aletlerin kullanılmasını gerektirdi. Bu büyük araçlar, gözlemevi yapıları, astronomların ve destek personelinin kadroları ve bunlara bağlı kütüphaneler ile birlikte o kadar yüksek maliyetler gerektiriyordu ki, ancak devlet desteği ile karşılanabiliyorlardı. Orta çağ İslamı, gözlemevleri aracılığıyla, on altıncı ve on yedinci yüzyıllarda Avrupa biliminin başarılarına kadar benzersiz bir gözlemsel ve teorik astronomi geleneği kurdu. İslam matematiği, haklı olarak ünlü olmasına rağmen, Yunanlıların formel teorik geometrisinden ziyade aritmetik ve cebir üzerindeki vurgusunda tutarlı bir şekilde pratik bir eğilim sergiledi. Ortaçağ İslam matematikçileri de astronomide yaylar ve açılarla çalışmayı büyük ölçüde kolaylaştıran trigonometri geliştirdiler. Hint kaynaklarından kolayca manipüle edilen “Arap rakamları”nın benimsenmesi, bu pratik yönelimi daha da yansıtıyor. İslam matematikçileri aslında daha yüksek dereceli denklemleri çözerken, vergiler, hayır işleri ve mirasın taksimi ile ilgili pratik dünyada birçok problemin kökleri vardı. Örneğin, 'Arap rakamları'nı ilk olarak Hindistan'dan getiren dokuzuncu yüzyıl matematikçisi el-Harezmi, el-Cebr ya da Batı'da Cebir olarak bilinen pratik matematik için bir el kitabı yazdı. El-Harezmi'nin el-Memun'un sarayında çalışması tesadüf değil. İslam tıbbı ve kurumsallaşmış karakteri özel bir ilgiyi hak ediyor. Arapların kendi tıbbi gelenekleri vardı ve Kuran (Kuran) Peygamber'in beslenme, hijyen, çeşitli hastalıklar ve tedavileri ile ilgili birçok sözünü içerir. Arapça çeviri hareketi, özellikle İskenderiye'de korunan antik Yunan tıbbı metinleri aracılığıyla, tüm Hipokrat kanonunu ve Galen'in eserlerini hekimlere sundu. İslam tıbbı, kısmen Cundishapur'daki tıp fakültesini devralarak ve kısmen de ilaç ve parfüm ticareti yoluyla Hindistan ile doğrudan temastan dolayı Fars ve Hint geleneklerini özümsedi. Ortaya çıkan tıbbi karışım, tamamen doğallaştı ve İslam'ın sosyal dokusuna entegre edildi. Tıp eğitiminde uzmanlaşmış bir avuç medrese, ancak hastane İslam tıbbının birincil kurumsal odağı haline geldi. Özellikle Cündişapur'u gölgede bırakan Bağdat, 13. ve 15. yüzyıllar arasında altı hastanenin kurulduğu Şam ve Kahire'deki dikkate değer tıp merkezleriyle birlikte, İslam dünyasında devlet destekli hastaneler vardı. Birçok hastane, ayrıntılı tıbbi personele, uzmanlaşmış tıbbi servislere, bağlı tıbbi kütüphanelere ve konferans salonlarına (meclis) sahip oldu. Böylece İslami hastaneler, tıbbi astroloji de dahil olmak üzere tıbbi tedavi dispanserlerinin yanı sıra öğretim ve araştırma merkezleri olarak gelişti. Ve İslam toplumlarında loncalar ve kurumsal yapılar hiçbir zaman tanınmazken, hükümetler yerel polis memurları aracılığıyla doktorları lisansladı. El-Rāzī (Rhazes, 854-925), al-Majūsī (Haly Abbas, d. 995), İbn Sīnā (Avicenna) ve diğerleri gibi İslam doktorları tıbbi deneylerle uğraştılar ve benzeri görülmemiş derecede sofistike ve uzman hastalıklar ve uzmanlık anlayışları geliştirdiler. Tıbbi tedaviler. Tıbbi boyut, İslam biliminin optikteki belirli bir gücünü açıklamaya yardımcı olabilir. Özellikle çöl koşullarının göz rahatsızlıklarına katkıda bulunduğu Mısır'da, oftalmolojide güçlü bir tıp literatürü gelişmiş ve İslam hekimleri gözün ve görmenin anatomisi ve fizyolojisinin tedavisinde uzman hale gelmiştir. Hekim olmamasına rağmen, büyük İslam fizikçisi İbn el-Heysem (Alhazen, 965-1040) Mısır'da çalıştı ve göz hastalıkları üzerine yazdı. Onun Optikleri, görme, kırılma, karanlık kamera, yanan aynalar, lensler, gökkuşağı ve diğer optik fenomenlerle ilgili -çoğu deneysel yaklaşıma sahip- bir dizi İslami bilimsel çalışmanın yalnızca en iyi bilinen ve en etkili olanıdır. Hekimler kamuoyunda yüksek saygı gördü ve bilimsel ve felsefi katkılarda bulunan birçok Müslüman, hayatlarını mahkeme hekimleri veya mahkeme tarafından atanan yöneticiler ve yasal görevliler olarak kazandı. Örneğin Aristoteles üzerine “Yorumcu” olarak bilinen İbn Rüşd (İbn Rüşd, 1126-98), İspanya'da saray hekimi ve din hukukçusu olarak çalıştı. “İslam'ın Galen'i” olarak tanınan İslami bilgin İbn Sina (İbn Sīnā), felsefe ve bilim yapmak için çeşitli mahkemelerde doktor olarak himayeyi kabul etti. Ünlü Yahudi filozof ve bilgin Moses Maimonides (Musa ibn Maymun, 1135-1204), Kahire'de padişahın doktoru olarak görev yaptı.

S164 Kısacası, mahkeme himayesi, hekim bilim adamlarının laik bilimlerde ustalaşabileceği ve genişletebileceği kurumsallaşmış konumlar sağladı ve mahkeme konumları, baskın dini kurumlardan bir dereceye kadar izolasyon ve genel olarak İslam toplumunda dini hukukun üstünlüğü sağladı. Mahkemeler ve hükümdarların himayesi ile yakından ilişkili olan, oldukça gelişmiş bir İslami simya geleneği birçok bilim adamını içeriyordu. Simya, Aristoteles'in madde teorisinden türetilen bilimler arasında yer aldı. Ölümsüzlük iksirlerinin arayışında, İslami simya da Çin simyasından etkilenmiş gibi görünüyor ve aynı şekilde Hint ve İran etkileri gösteren mineraloji üzerine çalışmaları da kapsıyor. Simya gizli bir sanattı ve ustalar, İslam simyasının kurucusuna, Latin Batı'da Geber olarak bilinen dokuzuncu yüzyıl figürü Jabir ibn Hayyān'a yaklaşık 3.000 simya metni atfettiler. Bir düzeyde, şüphesiz patronlar tarafından en çok takdir edileni, adi metallerin altına dönüştürülmesi ve hayat veren iksirlerin yaratılması simyanın amaçlarını temsil ediyordu. Bununla birlikte, birçok uygulayıcı için İslami simya, öncelikle bireysel simyagerin ruhsal arınmasını içeren son derece entelektüel bir çaba haline geldi. İslami simyacılar bilimlerini sürdürürken yeni ekipman icat ettiler ve damıtma da dahil olmak üzere yeni teknikleri mükemmelleştirdiler. İslami simyanın kalıntıları, simya kelimesinin kendisi, alkol, alkali ve imbik gibi Arapça kökenli terimlerde kalır. Gerçekten de, cebir, azimut, algoritma ve diğer birçok terim gibi, bilim dili bugüne kadar Arapça'nın dilsel damgasını ve İslam bilim tarihini korumaktadır. İslami bilimin katıksız kurumsal yoğunluğu, onun bazı başarılarını ve özelliklerini açıklar. Bilim adamları ve bilim adamları, okulları, kütüphaneleri, camileri, hastaneleri ve özellikle rasathaneleri astronom ve matematikçi ekipleriyle görevlendirdiler. Bu kurumların bilim adamlarına sunduğu fırsatlar ve destek, MS 1100'den önce bilim peşinde koşan bir avuç Avrupalıyı bir miktar geride bırakan İslami bilim adamlarının sayısıyla ölçüldüğü üzere, dikkate değer bir bilimsel faaliyet artışı sağladı. Başka bir sonuç, faydayı, kamu hizmetini ve devletin çıkarlarını abartan eski bürokratik krallıklarınki gibi karakteristik bir araştırma profiliydi. Ortaçağ İslam'ında teknoloji ve sanayi, Greko-Romen dünyasında olduğu kadar bilim alanına da çok az şey verdi ve ondan çok az şey aldı. İslam bilimi, gördüğümüz gibi, antik Yunan öğreniminin çoğunu benimsedi, ancak İslami teknoloji, Roma ve doğu krallıklarınınkine daha yakın kaldı. Mimaride Müslümanlar, Yunan direk ve lento bina sistemi yerine Roma kemerini kullandılar. Ve tarım, Roma eyaletlerinde ve Yakın Doğu'daki tüm uygarlıklarda olduğu gibi, büyük ölçüde hidrolik mühendisliğine dayanıyordu. Gerçekten de, İslami fetih, kendilerini hidrolik yoğunlaşmaya bırakan bölgelerin haritasını yakından çıkarıyor; Yapay sulamanın daha az önemli olduğu Yunanistan ve İtalya İslamlaşmadı, İspanya ise Müslüman yönetimi altında hidrolik teknolojisinde çarpıcı bir gelişme gördü. Büyük barajların, su çarklarının ve kanatların (yeraltı suyuna dokunmak için tasarlanmış toprak borulara sahip yeraltı kanalları) inşası, İslam mühendisliği repertuarının bir parçasını oluşturuyordu. Afrika'da, surlarla çevrili Hartum kentindeki ve Timbuktu'daki İslami merkezler su kaynaklarının yakınında bulunuyordu. İran'da, sulama ve kentsel ihtiyaçlar için kullanılan suyun yarısını kanatlılar sağlıyordu. İlahiyat ve bilimin kitap dünyasından kopmuş zanaatkarların ve zanaatkarların başarıları böyleydi. Alimler, İslam dünyasında bilimsel faaliyetin canlılığının ne zaman azalmaya başladığı konusunda hemfikir değiller. Bazıları, özellikle Batı bölgelerinde, gerilemenin 12. yüzyıldan sonra başladığını söylüyor; diğerleri, on beşinci ve on altıncı yüzyıllara kadar Doğu'da önemli yeni bilimlerin yapılmaya devam ettiğini söylüyor. Bununla birlikte, hiç kimse, 1000 yılını çevreleyen yüzyıllarda İslami bilim ve tıbbın tarihsel altın çağına ulaştığını ve orijinal çalışmanın yaratıcı düzeyindeki düşüşün sonunda başladığını inkar etmiyor. asırlardır İslam toplumunda cami ve medreselerdeki bilginin, orijinal bilimin niteliğindeki herhangi bir “düşüş”e bakılmaksızın işlemeye devam ettiği bir yer. Bu noktaya rağmen, hepsi dışsal ve sosyolojik olan İslami bilim geleneklerinin nihai çöküşünü açıklamak için çeşitli önerilerde bulunulmuştur, çünkü bilimsel fikirlerin içsel mantığındaki hiçbir şey İslami bilimin canlılığının kaybolmasını açıklayamaz.(Scholars disagree on when the vitality of scientific activity started to decline in the Islamic world. Some say that the decline began after the twelfth century, especially in the Western regions; others say that important new science continued to be done in the East until the fifteenth and sixteenth centuries. However, no one denies that Islamic science and medicine reached their historical golden age in the centuries surrounding the year 1000 and that decline in the creative level of original work eventually set in. It should be noted that such a consensus has tended to obscure the ways in which knowledge in mosques and madrasas continued to function in Islamic society for centuries, irrespective of any “decline” in the quality of original science. That point notwithstanding, several suggestions have been offered to account for the eventual decline of the Islamic scientific traditions, all of them external and sociological, for nothing in the internal logic of scientific ideas can account for the loss of vigor of Islamic science.)

S167 Ana tez, İslam içindeki dini muhafazakarların nihai zaferine odaklandı. Bir din olarak İslam, Tanrı'nın/Allah'ın ilahi ve bilinemez doğasına boyun eğmeyi vurgular. Böylece, “marjinallik” tezine göre, İslam'ın kültürel değerleri ve yasal ilkeleri, laik felsefe ve öğrenmenin her zaman değişen derecelerde şüpheli olduğunu ve İslam toplumunun ana akımının dışında kaldığını kanıtladı. Örneğin, bireysel hukukçular ve dini liderler, laik bilimlerde fazla uzmanlaşanlara karşı dinsizlik için dini hükümler (fetvalar) verebilirdi ve verdiler. İslam içindeki farklı hizipler, insan aklının ve rasyonalitenin anlayışın peşinde koşarkenki değeri üzerinde tartıştı, ama sonuçta, argüman böyle devam ediyor, dini muhafazakarlar galip geldi ve artan hoşgörüsüzlükle İslami bilimin yaratıcı ruhu buharlaştı. Neden gelişip serpildi ve marjinal açıklamaların ulaşamayacağı bir yerdeyken neden geriledi. İlgili bir öneri, İslam medeniyetinin başlangıcında daha çoğulcu olduğunu ve İslam dünyası kültürel olarak daha homojen hale geldikçe bilimin azaldığını belirtiyor. Fethedilen birçok bölgede dini inananlar başlangıçta azınlıktaydı. İslam bir sömürge gücü olarak başladı ve özellikle İslam imparatorluğunun kenarlarında çok kültürlü toplumlar başlangıçta gelişti, farklı kültürleri ve dinleri -Fars, Hint, Arap, Afrika, Yunan, Çin, Yahudi ve Hıristiyan- karıştırdı. Zaman geçtikçe din değiştirmeler arttı ve İslam dini olarak daha katı ve kültürel olarak daha az heterojen hale geldi. 14. yüzyıla kadar birçok alanda İslamileşme tam olarak tamamlanmamıştı. Sonuç olarak, yaratıcı bilim düşünürleri için kültürel “alan” daraldı ve böylece İslam'ın bilimsel canlılığı yine aynı oranda zayıfladı. Bununla birlikte, bu açıklama, İslam biliminin en parlak döneminde, Bağdat gibi en İslamileşmiş merkezlerde sıklıkla geliştiği gerçeğiyle çelişmektedir. Savaşın neden olduğu savaş ve sosyokültürel bozulmalar da aynı şekilde İslami bilimin gerilemesindeki etkenler olarak öne sürülmüştür. Toledo'nun 1085'te, Sevilla'nın 1248'de düşmesi ve 1492'de reconquista'nın tamamlanmasıyla on birinci yüzyılda İspanya'da İslam dünyası Hıristiyan Avrupa'nın baskısı altında kalmaya başladı. Doğuda, Asya bozkırlarından gelen Moğol orduları İslam halifeliğine saldırdı, 1258'de Bağdat'ı işgal etti ve ele geçirdi. Timur (Tamerlane) liderliğindeki Moğol işgalciler 15. yüzyılın başında Ortadoğu'ya döndüler ve 1402'de Şam'ı yerle bir ettiler. Doğu'daki İslam kültürü ve kurumları bu istilalardan hızla toparlansa da genel etki ya da öyle iddia ediliyor ki, dini muhafazakarlığı güçlendirdi ve bilim arayışı için gerekli koşulları bozdu. Diğer uzmanlar, İslam medeniyetinin 1492'den sonra ekonomik düşüşüne, biliminin kültürel düşüşüne katkıda bulunan bir faktör olarak odaklandılar. Yani, Avrupalı ​​denizci tüccarlar 1497'de Hint Okyanusu'na girdikten sonra, İslam dünyası değerli Doğu Asya baharat ve emtia pazarlarındaki tekelini kaybetti. Bu tür daralan ekonomik koşullarda, argüman, özellikle hükümet desteğine büyük ölçüde dayandığı için, bilimin gelişmesinin pek beklenemeyeceğine işaret ediyor. İslam bilimi. Ancak yorumcular ayrıca İslam biliminin düşüşünü değil, modern bilimin neden İslam medeniyeti bağlamında ortaya çıkmadığına dair çok farklı bir soruyu açıklamak istediler. Sıklıkla sorulan soru, İslam biliminin ileri durumu göz önüne alındığında, İslam içinde neden hiçbir Bilimsel Devrim gelişmedi - İslam bilim adamları neden antik çağın dünya merkezli kozmolojisini reddetmediler, modern günmerkezliliği açıklamadılar ve hareketi açıklamak için eylemsiz, Newtoncu fiziği geliştirmediler. göklerde ve yerde? Modern bilime sıçramak için İslami 'başarısızlık' ile başa çıkmak için çok fazla entelektüel enerji harcandı. Ancak, tarihte gerçekleşmemiş sayısız şeyi geriye dönük olarak açıklamaya girişmek, olup bitenler için makul açıklamalar yapmakta yeterince zorlanan tarihçilerin girişimlerini şaşırtıyor. (Much intellectual energy has been expended in dealing with the Islamic “failure” to make the leap to modern science. But to undertake to explain in retrospect the absolute myriad of things that did not happen in history confounds the enterprise of historians, who have a difficult enough time rendering plausible accounts for what did happen. )Bu bölümde açıkça görüldüğü gibi, İslami bilim birkaç yüzyıl boyunca gelişti, rasathanelerde, kütüphanelerde, medreselerde, camilerde, hastanelerde ve mahkemelerde güvenli bir şekilde asimile oldu. Bu onun olumlu başarısıydı. İslami bilim adamlarının hepsi İslam'ın sınırları içinde çalıştılar ve İslami bilimsel başarının zirvesini takip eden birkaç yüzyıl boyunca bunu yapmaya devam ettiler. Bilimin Batı'da olduğu gibi bir şekilde 'gelişmiş olması' gerektiğini öne sürmek, tarihi yanlış okumakta ve canlı bir ortaçağ uygarlığına kronolojik ve kültürel olarak yabancı standartlar dayatmaktadır.

S171 Sınırlar ve siyasi birimler dalgalanma gösterse de, Çin imparatorları Avrupa büyüklüğünde, yoğun nüfuslu devasa bir bölgeyi kontrol ediyorlardı. Gerçek Çin bile (Mançurya, Moğolistan, Tibet ve batı bölgeleri hariç) Avrupa'nın yaklaşık yarısını kapsıyordu ve hala Fransa'nın yedi katı büyüklüğündeydi (bkz. harita 7.1). MÖ 221'deki ilk birleşmesinden itibaren Çin dünyanın en kalabalık ülkesiydi ve yamalı Roma İmparatorluğu tarafından kısa süreliğine gölgede bırakılmaları dışında, Çin'in birbirini takip eden imparatorlukları dünyanın en büyük siyasi varlıklarıydı. MS 1200'de Çin'in gerçek nüfusu, çağdaş Avrupa'nın iki katı ve Avrupa'nın nüfus yoğunluğunun yaklaşık beş katı olan 115 milyona ulaştı. Coğrafya, Çin'i diğer Eski Dünya uygarlıklarından daha fazla dış etkilerden izole etti. Kuzey ve batıdaki göçebe ve pastoral halkların Çin tarihi üzerinde büyük bir etkisi olduğu kesindi, ancak dağlar, çöller ve kaçınılmaz bozkırlar Çin'i güneybatı, batı ve kuzeyde kuşattı ve Batı'daki kültürel ve tarihi gelişmelerle teması engelledi. Asya ve Avrupa. En eski Çin uygarlığı Hwang-Ho (Sarı Nehir) vadisinde ortaya çıktı ve ancak daha sonra tarihsel dönemlerde uygarlık Yangtze Nehri'nin alt vadisine ve taşkın ovasına yayıldı. Çin, kültürel yönelimi bu ve ilgili nehir ve göl sistemleri boyunca doğuya bakan arketipik bir hidrolik uygarlığı temsil eder. Yazma teknolojisi Çin'de bağımsız olarak gelişti. Shang hanedanlığındaki (~1600-1046 BCE) “kemik kemiği senaryosunda” karmaşık bir ideografik yazı tipi görülebilir. MÖ dokuzuncu yüzyılda 5.000'den fazla karakterle oldukça gelişmiş hale geldi ve karakterler Çin'in birleşmesiyle standart hale geldi. Yüzlerce temel işaret, binlerce (aslında on binlerce) farklı karakterde birleştirilebilir. Bu karmaşıklık nedeniyle ve her Çince yazılı sözcük fonetik ve piktografik öğeler içerdiğinden, Çince yazı yazma konusunda uzmanlaşmak zordu (ve öyledir). İdeografik moda bağlı kalarak, Çin yazısı, eski Mısır, Sümer ve Eski Babil'de olduğu gibi fonetik veya hecesel olarak basitleşmedi, ancak bu “engel”, Çin okuryazarlığının uzun, kesintisiz geleneğini ve etkileyici Çin edebi ve bilimsel kaydını engellemedi. MÖ ikinci binyıldan. Çin, binlerce yıllık kültürel sürekliliği bünyesinde barındırır ve çeşitli imparatorluklar yükselirken ve düşerken Çin tarihinde gözlemlenebilen karmaşık sosyal ve politik değişimler burada yeterince izlenemez (bkz. tablo 7.1) Bununla birlikte, Song hanedanları (960–1279 CE) ve “ rönesans” Şarkı komutuna eşlik eden dikkat. Birçok yönden Song dönemi, geleneksel Çin'in zirvesini temsil eder. Birkaç yüzyıllık Song kuralı, Çin bilim ve teknolojisinin altın çağını oluşturdu ve dünyanın başka yerlerindeki çağdaş gelişmelerle etkili bir karşıtlık noktası sağlıyor. Çin'in Song döneminde çiçek açması(parlaması), tarımsal değişikliklerden, özellikle sekizinci yüzyıldan başlayarak Güney Çin'de ve Yangtze havzasında pirinç ekiminin artmasından kaynaklandı. Çeltik tarlaları, dönüm başına diğer ekili mahsullerden daha yüksek bir verim üretir, bu nedenle yalnızca pirincin getirilmesi kaçınılmaz olarak önemli sosyal ve kültürel sonuçlar doğurdu. 1012'den sonra hükümet, Çinhindi'nden yeni erken olgunlaşan ve kış olgunlaşan pirinç çeşitlerini tanıttı ve sistematik olarak dağıttı. Bazı çeşitler, 60 günde olgunlaşarak, tercih edilen yörelerde yılda iki hatta üç hasat yapılmasına izin verdi. Diğer çeşitler daha az su gerektiriyordu, bu da yeni toprakların ekime açılabileceği anlamına geliyordu. Song, bataklıkları ve göl kenarlarını geri kazanarak, teraslama yaparak ve sulamayı geliştirerek pirinç üretimini genişletmek için büyük çaba sarf etti, hepsi hükümet yönetimi altında. Fide pirinç bitkilerinin ekilmesine yönelik yeni teknik, nadasa olan ihtiyacı ortadan kaldırdı ve pirinç tarlası saban ve kürek zincirli su kaldırma cihazları gibi pirinç yetiştirmek için yeni araçların piyasaya sürülmesi, aynı şekilde verimliliği ve üretkenliği giderek artan bir şekilde sağlamaya yetecek kadar iyileştirildi. büyük fazlalıklar. Sonuçlar dramatik oldu. Çin'in nüfusu MS 800'de 50 milyondan iki katına çıkarak 1200'de 115 milyona çıktı (bir nüfus sayımı 123 milyon olduğunu bildiriyor). Çin uygarlığının ağırlık merkezi güneye kaydı, güneyde kuzeyden iki kat daha fazla Çinli yaşıyor 1080'e kadar. Kentleşme de aynı şekilde fırladı. Bir rapora göre, Song hanedanı Çin'de nüfusu bir milyondan fazla olan beş şehir vardı ve bir başka tahmin, kentsel nüfusu toplamın yüzde 20'sine koyuyor; bu, Avrupa'da on dokuzuncu yüzyıla kadar ulaşılamayan bir tarım toplumu için oldukça yüksek bir rakam. yüzyıl. Geniş ağı birbirine bağlayan ve organize eden imparatorluk yolları ve ara istasyonlar sistemi.(Urbanization likewise skyrocketed. According to one report, Song dynasty China contained five cities with populations of more than a million, and another estimate puts the urban population at 20 percent of the total, a remarkably high figure for an agrarian society, one not reached in Europe until the nineteenth century.A system of imperial roads and way stations connected and organized the vast network.A leisured middle class arose along with the commercialization of agricultural commodities, increased trade, and expanded manufacturing)

S175 Gücün imparatorun elinde merkezileşmesi ve yöneten bir bürokrasi tarafından yönetimin -mandarinate- Song altında yeni zirvelere ulaştı. “Cennetin görevi”(the mandate of heaven) Çin imparatorunun tüm Çin'i yönetmesini dikte etti ve bu görevi desteklemek için gelişmiş bir kamu hizmeti Çin yaşamında yaygın olduğunu kanıtladı. Bürokrasi devasa ve yekpareydi; Ming Times'ın daha sonraki bir raporu, devlet memurlarının sayısını askeri görevliler hariç 100.000'e çıkardı. Böyle bir organizasyon, imparator tarafından köy seviyesine kadar doğrudan kontrole izin verdi. Çin'de imparatorun ve mandarinatın otoritesine meydan okuyacak hiçbir aracı veya bağımsız kurum yoktu. Farklı geleneksel eyaletler ve dil bölgeleri, merkezileştirici güçlere bir tür fren görevi gördü, ancak başka hiçbir resmi güç merkezi yoktu. Kasabalar ve şehirler ne özerk ne de ayrı idari birimlerdi. Böyle özel ve merkezi bir yönetim, bağımsız kurumsal oluşumların, özellikle kolejlerin veya loncaların yükselişini engelledi. Çin mandariliğinin her yerde bulunması, resmi kanalların dışında bilim veya teknoloji için herhangi bir tarafsız sosyal veya entelektüel alanı da kısıtlamış görünüyor. Çinli bilge Konfüçyüs'ün (551-479 BCE) öğretileri, özellikle Song zamanlarında yorumcular tarafından detaylandırılan Neo-Konfüçyüsçülüğün resmi devlet ideolojisi aracılığıyla Çin yüksek kültürünü çarpıcı biçimde şekillendirdi. Konfüçyüsçü bakış açısı, doğaya veya insan ilişkilerinin dışındaki dünyaya değil, aileye, insanlığa ve topluma odaklandı. Konfüçyüsçülük, davranış ve devlet yönetiminin etik ve ahlaki boyutlarını ve adil ve uyumlu bir toplumun sürdürülmesini vurgulayan pratik bir felsefeydi. Böylece gelenek, görgü kuralları, erdemli davranış, anne babaya saygı, büyüklere saygı, otoriteye boyun eğme, bilgenin ahlaki örneği ve adalet (yasa değil) Song zamanlarında Konfüçyüsçülüğün parolası oldu. Bu yollarla Konfüçyüsçülük, statükoyu ve zamanın ataerkil ve ataerkil toplumunu sürdürdü. Emperyal bürokrasinin gücü ve çekiciliği, bilime akmış olabilecek yetenekleri tüketti. Bürokrasi, bursu beşeri bilimlere ve Konfüçyüsçü klasiklere yöneltti ve bilgili kültür ile zanaatlar arasında derin bir ayrımın kurulmasına yardımcı oldu. Song altında, imparatorluk bürokrasisi, yeteneğe açık gerçek bir meritokrasi olarak çalıştı. Devlet, memurları siyasi veya kalıtsal bağlantılar yoluyla değil, daha çok, siyasi güce neredeyse münhasır erişim sağlayan zorlu devlet memurluğu sınavlarındaki yetenek ve performansa dayalı olarak işe aldı. Daha Han zamanlarında (MÖ 206 – MS 220) Çinli yetkililer, bir etkisi soyluların siyasi gücünü kısıtlamak olan devlet sınavları sistemini kurdular. Song hanedanları sistemde reform yaptı ve onların yönetimi altında en yüksek noktasına ulaştı ve 1904 yılına kadar Çin'de yürürlükte kaldı. Resmi bir sınav kurulu, her iki ila üç yılda bir üç düzeyde sınav (yerel, bölgesel ve ulusal) teklif etti. Bazı talihsiz öğrenciler, tüm hayatlarını zorlu sınavlara girip tekrar girmeye adadılar. En düşük seviyeli sınavın bile geçilmesi, angaryanın zorla çalıştırılmasından muafiyet gibi özel ayrıcalıklar getirdi. Kazananlar bürokraside istihdamı reddedemedikleri için yüksek seviyelerde yükümlülükler üstlendi. Standart bir konuya dayalı olarak, sınavlar Konfüçyüs klasiklerine, ezoterik edebi ve hümanist çalışmalara ve Song kapsamında idari sorunlara odaklandı. Ezberleme, tilavet, şiir ve kaligrafi ile birlikte gurur kaynağı oldu. Ahlaki öğrenmeye yapılan vurgu ve ülkeyi yönetecek bir üst düzey bilgin yetiştirme hedefiyle, kamu hizmeti sınavları, yaklaşık 2.000 yıl boyunca en iyi ve en parlak Çinli zihinlerin değerlerini ve çabalarını şekillendirdi. Bazı istisnalar bir yana, bilim ve teknoloji sınav sisteminde yer almıyordu. Bürokrasinin dışında, toplumun diğer unsurları, doğmakta olan herhangi bir bilimsel geleneğin bağımsız kaynakları olma gücü ve özerkliğinden yoksundu. Sınav sistemi soyluların yönetimini etkili bir şekilde engellediyse, sivil otorite de askeri ve tüccar sınıflarını kendi gücüne tabi kılmayı başardı. MÖ üçüncü yüzyıldan itibaren Çin, büyük ordulara sahipti - bir milyon askerin emriyle. (1045'te Song orduları 1.259.000 kişiden oluşuyordu.) Yine de ordu sivil denetime tabiydi. Askeri güç bölündü, birlikler bölündü ve örtüşen komutanlar kuruldu. Tüccar faaliyeti de aynı şekilde sıkı bir şekilde kontrol edildi, böylece Avrupa'nın aksine, tüccarlar hiçbir zaman önemli sosyal veya kurumsal pozisyonlara yükselmediler. Konfüçyüsçü bakış açısından, tüccar faaliyeti, kâr ve özel servet birikimi, antisosyal kusurlar olarak küçümsendi. Tüccarlar ara sıra gelişti ve büyük servet elde etti, ancak periyodik kovuşturmalar ve müsadereler, tüccarların Çin toplumunda bir sınıf olarak marjinalliğini ve düşük statüsünü sağladı. Benzer şekilde, MS 842-845'te, Budistlerin öne çıktığı bir dönemin ardından dini kurumların bastırılması, hiçbir din adamının bürokrasinin egemenliğine meydan okuyamayacağı anlamına geliyordu.

S178 Geleneksel Çin'deki öğrenilmiş kültür, teknoloji ve zanaatlardan büyük ölçüde ayrıydı. Takvimsel astronomi, devlete ve topluma fayda sağladı ve matematik, pratik problemlerin çözümünde rol oynadı, ancak ekonomik, askeri ve tıbbi faaliyetler, genel olarak, teorik bilgi veya araştırmaya hiçbir şey borçlu olmayan geleneksel tekniklerin gücüyle gerçekleştirildi. . Zanaatkarlar genellikle okuma yazma bilmiyordu ve düşük sosyal statüye sahipti; pratik becerileri çıraklık ve deneyim yoluyla öğrendiler ve bilimsel teoriden yararlanmadan ticaretlerini yaptılar. Alimler ve 'bilim adamları' ise okuryazardı, yıllarca eğitim gördü, yüksek sosyal statüye sahipti ve sosyal olarak zanaatkarlar ve mühendisler dünyasından ayrı kaldı. Sınav sistemi ve bürokrasi, akademisyen-bürokratları zanaatkarlardan, zanaatkarlardan ve mühendislerden kurumsal olarak ayırarak, bilim ve teknoloji arasındaki ayrımı güçlendirdi. Geleneksel Çin'in değer sistemi, Helenik Yunanistan'ınki gibi, kaba teknolojiye tepeden bakıyordu. Alimler ve edebiyatçılar elleriyle çalışmayı reddettiler ve şiir, hat, müzik ve edebiyat gibi daha incelikli konuları tercih ettiler. Çin teknolojisini ele alırken, Çinlilerin şu ya da bu buluş için diğer medeniyetler üzerindeki önceliğini kaydetme eğilimine karşı dikkatli olunmalıdır: el arabası, güneyi gösteren savaş arabası, cila, barut, porselen porselen, şemsiye, olta makarası, ekim makinası, döner eleme fanı, tatar yayı, asma köprüler vb. Bu tür “ilkler” ilginç olmakla birlikte, tarihsel sorgulamada sınırlı analitik değere sahiptirler. Aksine, Çin teknolojisine ilişkin herhangi bir araştırma için başlangıç ​​noktası, özgünlükleri veya öncelikleri ne olursa olsun, ileri teknolojilerinin toplamının Çin'i Song dönemi ve ötesinde teknolojide bir dünya lideri haline getirdiğinin anlaşılması olmalıdır. Sanayilerin hükümet kontrolü, Çin teknolojisinin karakteristik bir özelliğiydi. Hükümet ülkedeki tüm kaynaklara sözde sahipti ve madencilik, demir üretimi, tuz temini, ipek, seramik, kağıt yapımı ve alkollü içecekler gibi endüstriler için devlet atölyeleri ve devlet fabrikaları kurarak kilit sektörlerde üretimi tekelleştirdi. Bürokratlar tarafından yönetilen bu tekeller aracılığıyla, Çin devletinin kendisi, büyük ölçüde muazzam askeri ihtiyaçlarını karşılamak için bir tüccar üreticisi haline geldi. Hükümet, çok sayıda uzman zanaatkâra komuta ediyordu ve teknik becerilere sahip herkes görünüşte devlet hizmetine tabiydi. Milyonlarca adet üretilen porselen imalathaneler; benzer sayılarda verilen ipek cıvataları. Örneğin, Yüan imparatorları kendi hizmetleri için 260.000 yetenekli zanaatkârı askere aldı; Ming, her biri birkaç yardımcıya sahip 27.000 ustaya komuta etti; 1342'de, 17.000 devlet kontrolündeki tuz işçisi aşağı Yangtze boyunca çalıştı. Devletin teknoloji ve ekonomi yönetimi, devlet gelirinin tarımsal vergilerden ziyade ticari faaliyetlerden ve emtia vergilerinden geldiği Song döneminde yüksek bir noktaya ulaştı. Sonuçlardan biri, paralı bir ekonominin yayılmasıydı. Devlet darphanelerinden basılan madeni paralar 997'de 270.000 dizeden (bin madeni para) 1073'te 6 milyon dizeye sıçradı. Bu artışın bir sonucu olarak, Song 1024'te kağıt para çıkarmaya başladı ve on ikinci yılda kağıt para baskın para birimi haline geldi. ve on üçüncü yüzyıl Çin'i. Kağıt para teknolojisi, dünya tarihinde bir 'ilk' olarak değil, Çin uygarlığının büyümesini ve işleyişini kolaylaştırdığı için önemlidir. Hidrolik mühendisliği, Çin uygarlığının temelini oluşturan başka bir temel teknolojiyi temsil ediyor. Daha önce, MÖ ikinci binyılda Hwang-Ho nehri boyunca medeniyetin ilk yükselişini tartışırken sulamalı tarımın temel rolüyle karşılaşmıştık. Çin'de erken tarihlerden beri birçok kanal ve set varken, imparatorluk çapında bir iç kanal sisteminin ilk unsurları MS 70 civarında ortaya çıktı. Mühendisler, MS 608'de Loyang'dan Pekin'e kadar olan kanalın yaklaşık 400 milini tamamladılar ve on ikinci yüzyılda Çin, yaklaşık 50.000 kilometre (31.250 mil) gezilebilir su yoluna ve kanala sahipti. 1327'de tamamlanan Büyük Kanal tek başına 1100 mil uzunluğundaydı ve güneyde Hangchow'u kuzeyde Pekin'e bağladı; bu, New York'tan Florida'ya uzanan bir kanala eşdeğerdi. Ming iktidara geldikten sonra 40.987 rezervuarı onardılar ve toprak erozyonunu önlemek ve deniz kerestesi sağlamak için bir milyar ağaç dikmek için inanılmaz bir yeniden ağaçlandırma çalışması başlattılar. Elbette böylesine etkileyici bir mühendislik, merkezi devlet olmadan inşaatı örgütlemeden, vergi toplamadan ve tarımsal artıyı yeniden dağıtmadan imkansızdı. Kanallar, pirincin güneydeki tarım merkezlerinden kuzeydeki siyasi merkeze taşınmasına izin verdi. Bir rapora göre, on birinci yüzyılda yılda 400.000 ton tahıl taşınıyor.

S179 Ming zamanlarında, 120.000 denizci tarafından yönetilen 11.770 gemi, iç deniz taşımacılığını üstlendi. Açıkça, tamamı angarya emeğiyle gerçekleştirilen önemli bakım ve tarama gerekliydi ve hidrolik sistemlerin ihmali kaçınılmaz olarak kıtlığa ve siyasi huzursuzluğa yol açtı. Çömlekçilik, on birinci yüzyıldan sonra eşi görülmemiş sanatsal boyutlara ulaşan eski bir zanaattı. İmparatorluk hükümeti, hem sıradan hem de lüks ürünler üreten binlerce zanaatkarı istihdam eden kendi endüstriyel ölçekli fırınlarına ve atölyelerine sahipti. Çin menşeli porselen - yüksek sıcaklıkta pişirilen ince killer ve minerallerin bir karışımı - Han zamanlarının sonunda ve onikinci yüzyılda porselen ürünleri mükemmelleştirdi. Çin porseleninin kalıcı sanatı ve teknolojisi, Song ve Ming dönemlerinin en büyük kültürel başarılarından birini temsil ediyor. Zengin ve kültürlü bir toplumdan bahsediyorlar ve gerçekten de seramik, iç ve dış ticaretin ve devlet için vergi gelirinin önemli bir öğesi haline geldi. Çin çanak çömleği İslam dünyasına ve Afrika'ya doğru yol aldı. Orta Çağ'dan itibaren Avrupalılar Çin porselenlerine göz dikmeye başladılar ve Çin seramik teknolojisini kopyalama çabaları, on sekizinci yüzyılda Sanayi Devrimi sırasında Avrupa'daki çömlek endüstrisini teşvik etti. Tekstil, geleneksel Çin'de bir başka büyük endüstriyi oluşturmaktadır. Örneğin, bir on ikinci yüzyıl Song imparatoru, toplam 1.17 milyon cıvata ipek kumaş satın aldı ve vergi olarak aldı. Çin tekstil endüstrisi, mekanize karakteri nedeniyle özellikle dikkat çekicidir. Kaynaklar, MS 1035'ten itibaren Çin'de çıkrığın varlığını belgeliyor ve Çinli teknoloji uzmanları ayrıca ipekböceği kozalarını çözmek ve kumaş dokumak için ipek ipliği bobinlere sarmak için ayrıntılı, su ile çalışan sarma makineleri yarattılar. Ve muhtemelen tekstil endüstrisinden gelişen kağıt üretimi, emperyal Çin'in yönetimini kolaylaştıran bir ürün sağladı. Teknoloji birkaç yüzyıl önce ortaya çıkmış olsa da, MS ikinci yüzyılın başlarında Han sonlarından kalma kağıt için sağlam kanıtlar var. Çin bürokrasileri, MÖ 2. binyılda Shang hanedanlığında zaten var olan yazıya, edebi geleneklere ve kütüphanelere dayanıyordu. Kağıt Çin toplumuna erken bir tarihte girmiş olsa da, oyulmuş yazıtlardan sürtünme alma teknolojisi, matbaanın gelişini yedinci yüzyılın ilk on yılına kadar geciktirmiş olabilir. Baskı—blok baskı—başlangıçta sadece dini tılsımlar için mühürler üretti. Oyma tahta bloktan bütün sayfalarca basılan ilk kitap MS 868'de çıktı ve baskı teknolojisi kısa sürede kendisini para, resmi kararname ve el kitapları, özellikle tıp ve eczacılıkta faydalı olanlar basmak için kullanan hükümet yetkililerine tavsiye etti. Resmi bir matbaa, memuriyet sınavları için çalışılacak klasiklerin basılı kopyalarını sağladı ve genel olarak Çin hükümeti, bürokrasinin hizmetinde etkileyici bir basılı materyal çıktısı üretti. Örneğin Song hanedanının ilk imparatoru, Budist yazılarının bir derlemesini emretti ve 5.048 ciltte 130.000 iki sayfalık tahta bloktan oluşan eser gerektiği gibi ortaya çıktı. 1403'te resmi bir Çin ansiklopedisi 937 ciltten oluşuyordu ve 1609'dan bir diğeri 2.000 yazar tarafından yazılmış 22.000 ciltten oluşuyordu. Basılı popüler edebiyat da seçkinler arasında dolaştı. Çinliler, ilk olarak seramik karakterler kullanarak 1040 civarında hareketli tip icat ettiler. Teknoloji, Kore hükümetinin 1403'te 100.000 Çince karaktere sahip olduğu Kore'de daha da gelişti. Ancak, piktogramlı Çince yazı stili ve buna bağlı olarak binlerce farklı karaktere duyulan ihtiyaç göz önüne alındığında, hareketli yazı tipinin tahta blok baskıya kıyasla pratik olmadığı ortaya çıktı. Blok baskı böylece sadece daha ucuz ve daha verimli olduğunu kanıtlamakla kalmadı, aynı zamanda çoğu zaman birçok renkte illüstrasyonlara izin verdi. Resimleri çoğaltma yeteneği, Gutenberg'in Avrupa'da hareketli yazı tipini geliştirmesinden sonra bile Çin'i baskı teknolojisinde Batı'nın çok önüne koydu. Çin'in demir üretimindeki üstünlüğü de uygarlığının canlılığını açıklamaya yardımcı olur. Muhtemelen bronz için sınırlı bakır ve kalay kaynakları nedeniyle, Çinli metalürji uzmanları erkenden demire yöneldiler. MÖ 117'ye gelindiğinde demir üretimi, her biri binlerce sanayi işçisi çalıştıran 48 dökümhaneyle bir devlet teşebbüsü haline gelmişti. Üretim, şüphesiz artan askeri talepler nedeniyle, 806 CE'de 13.500 tondan Song döneminde 1078'de 125.000 tona yükseldi. (Buna karşın İngiltere, Avrupa'da Sanayi Devrimi başlarken 1788'de yalnızca 68.000 ton demir üretti.)

S184 Teknolojik olarak yenilikçi ve gelişmiş Çin demir endüstrisi, bir patlama sağlamak için suyla çalışan körükler kullandı ve Avrupa'da benzer süreçlerin ortaya çıkmasından yaklaşık 700 yıl önce on birinci yüzyılda cevheri kokla (kısmen yanmış kömür) eritti. Song askeri cephanelikleri, bu üstün teknoloji sayesinde yılda 32.000 zırh ve 16 milyon demir ok ucu ile tarımsal kullanım için demir aletler üretti. Barutun dokuzuncu yüzyılın ortalarında veya onuncu yüzyılın başlarında Çin'de icadı ve daha da önemlisi, barutun 12. yüzyıldan itibaren askeri amaçlara uygulanması, Çin ve dünya tarihinin akışını yeniden yönlendirdi. Barut, Çin simya araştırma geleneklerinden ortaya çıkmış gibi görünüyor ve bu nedenle uygulamalı bilimin dikkate değer bir tarihi örneği veya öğrenme dünyasından kaynaklanan yeni bir teknoloji. Havai fişeklerde ilk kullanımı askeri bir araç olarak değil, iblisleri kovmak için bir araç olarak tasarlandı. Song askeri mühendisleri, ancak yabancı istila tehdidi altında olduklarında, barut formülünü geliştirdiler ve roketler, patlayıcı bombalar, bombalar, havanlar ve silahlarda askeri uygulamalar geliştirdiler. Kağıttan farklı olarak, manyetik pusula Çin uygarlığının onsuz başarabileceği bir teknolojiydi, ancak barutla birlikte kasa, geleneksel Çin'de bilim ve teknoloji arasındaki birkaç bağı aydınlatıyor. Yüktaşının gizemli özellikleri -mineral manyetitin doğal manyetizması- MÖ 300 yıllarında biliniyordu ve ilk olarak bir falcı aleti olarak kullanılmak için kullanıldı. MÖ 100 yılına kadar manyetik bir iğnenin kendisini kuzey-güney ekseni boyunca yönlendirdiği bilgisi, daha sonra geomancy veya feng shui'de, evlerin, tapınakların, mezarların, yolların ve diğer tesislerin doğru yerleştirilmesinde uygulandı. Daha sonra, dünyanın içinde ve çevresinde akan varsayılan enerji akımlarına yanıt olarak pusula iğnesinin hareketini açıklamak için ayrıntılı bir natüralist teori ortaya çıktı; günümüzün geleneksel bilgeliğinin aksine, teknolojinin bazen doğa hakkında spekülasyonları nasıl tersine değil de teşvik ettiğinin bir örneği. Kaynaklar pusulanın on ikinci yüzyılın başlarında Song zamanına kadar denizde bir seyir aracı olarak kullanıldığını doğrulamakta başarısızdır. Çin büyük bir deniz gücü olarak geç girdi, ancak Güney Song döneminden erken Ming hanedanlarına, yani on ikinci yüzyıldan on beşinci yüzyılın başlarına kadar Çin en büyük donanmayı geliştirdi ve dünyanın en büyük deniz gücü haline geldi. Song donanmasını yüzlerce gemi ve binlerce denizci oluşturdu. Yüan hanedanının Moğol kurucusu Kubilay Han, 1281'de 4.400 gemiden oluşan bir donanma ile Japonya'yı işgal etmeye çalıştı. 1420'de Ming donanması, 1.300'ü savaş gemisi olarak yelken açan 3.800 gemiyi saydı. Ming, resmi bir gemi inşa programı başlattı ve 1403 ile 1419 yılları arasında devlet tersanelerinde 2.100 gemi inşa etti. Pusulalar, su geçirmez bölmeler, dört güverteye kadar, dört ila altı direk ve bir kıç direği dümeninin son icadı ile bunlar en büyük, en büyük gemilerdi. Dünyada denize elverişli, teknolojik olarak gelişmiş gemiler. En büyüğü 300 fit uzunluğa ve 1.500 tona ya da çağdaş Avrupa gemilerinin yer değiştirmesinin beş katına yaklaştı. Toplarla donanmış ve 1.000'e varan denizci taşıyan onlar, aynı zamanda en heybetlileriydi. Ming, güçlü donanmasını Güney Asya ve Hint Okyanusu sularında Çinli bir varlık göstermek için kullandı. 1405'ten 1433'e kadar Çinli amiral Cheng Ho (Zheng He olarak da bilinir) tarafından yönetilen yedi büyük deniz seferi serisi başlattılar. Her seferinde birkaç düzine gemi ve 20.000'den fazla adamla Cheng Ho, güneydoğu Asya'da Vietnam, Tayland, Java ve Sumatra'ya, Sri Lanka ve Hindistan'a, Basra Körfezi ve Kızıldeniz'e (Cidde ve Mekke'ye ulaştı) gitti. ve Doğu Afrika kıyılarında, muhtemelen Mozambik'e kadar. Bu etkileyici resmi keşif gezilerinin amacı politik, yani Ming hanedanının otoritesini ve gücünü kurmak gibi görünüyor ve Cheng Ho en az bir kez otoritesini savunmak için güç kullandı. Bu girişimlerle Ming, bir dizi vasal devleti ele geçirdi ve en az iki Mısır diplomatik misyonu Çin'e doğru yol aldı. Sonra, aniden, Ming'in olağanüstü deniz itkisi sona erdi. Resmi gemi inşası 1419'da sona erdi ve 1433 tarihli bir kararname, Çin'in denizaşırı seferlerine son verdi. Çinliler Hint Okyanusu'ndaki varlığını sürdürmüş ve aynı yüzyılın sonunda cılız gemileriyle geldiklerinde Portekizlileri geri çevirmiş olsaydı, dünya tarihinin gidişatının kökten farklı olup olmayacağını kimse söyleyemezdi. Çin politikasının çarpıcı bir şekilde tersine dönmesini açıklamak için çeşitli açıklamalar yapıldı. Bir görüş, Çinlilerin denizaşırı maceraları Cheng Ho'nun Müslüman ve hadım olması nedeniyle reddettiğini, niteliklerin baskıcı Moğol/Yüan yıllarını hatırlattığını ve milliyetçi Ming arasında büyük ölçüde gözden düştüğünü öne sürüyor.

S186 Bir diğeri, keşif gezilerini çağdaş Çin toplumu ve ekonomisinden organik olarak büyümek olarak değil, yalnızca iki Ming imparatorunun biraz kendine özgü girişimi olarak tasavvur ediyor. Güçlü bir teknik argüman da ileri sürülmüştür. Büyük Kanal'ın restorasyonu 1411-15'te başladı ve 1417'de Büyük Kanal'daki derin su (“pound”) kilitlerinin inşası Yangtze ve Sarı Nehirler arasında yıl boyunca bir bağlantıya izin verdi. Buna göre, Ming, sermayelerini güneyde Nanking'den kuzeyde Pekin'e devretti ve sonuç olarak, güçlü bir donanma veya yabancı maceralara olan ihtiyaç ortadan kalktı. Öyle ya da böyle, Ming Çin içe döndü ve bir dereceye kadar teknolojik durgunluk başladı. Çin, büyük ve güçlü bir uygarlık olarak kaldı, ancak Song döneminin dinamizmi ve yenilikçi nitelikleri artık elde edilemedi. Sadece on yedinci yüzyılda başlayan Batı ile karşılaşmasıyla teknolojik yenilik Çin'i bir kez daha harekete geçirebilirdi. Geleneksel Çin'deki doğa bilimleri konusuna yaklaşırken, Çin teknolojisiyle ilgili olarak zaten gözlemlenene benzer bir eğilimden, bilimsel keşifte “ilk” onur arayışına aşırı vurgu yapma eğiliminden kaçınılmalıdır: ilk önce doğanın doğasını tanımak. İlk olarak haritalarda ve yıldız çizelgelerinde Mercator projeksiyonlarını kullanan, Pascal üçgenini ve iki terimlilerin matematiğini keşfeden, dengeli müzikal ölçeğin habercisi olan veya özellikle çok zorlama, yin ve yang'ın değişimlerini “dalga teorisinin” öngörüleri olarak kabul eden fosiller günümüz kuantum fiziğinin Bu tür iddialar, sapkın bir yargıcılığı ve çokkültürlü görecilik adına, Batı'nınkileri değersizleştirirken Çin biliminin başarılarını şişirme arzusunu yansıtıyor. Bunun yerine, bu bölüm bir keşif kronolojisi yerine Çin biliminin sosyal tarihini vurgular ve geleneksel Çin'de bilim ve toplum arasındaki ilişkinin Eski Dünya'nın diğer birincil uygarlıklarıyla paralellik gösterdiğini göstermeye çalışır: devlet tarafından himaye edilen faydalı bilgi. ve genel olarak devlet yönetimini ve uygarlığı desteklemek için geliştirildi Çin biliminin herhangi bir tarihsel değerlendirmesi, birkaç başka engelin üstesinden gelmelidir. Batılı bilim veya doğa felsefesi kavramı, geleneksel Çin'deki entelektüel düşünceye yabancı kaldı. Bir yazarın dediği gibi, 'Çin'in bilimleri vardı ama bilimi yoktu.' Yani, bilgin uzmanlar astronomi, astroloji, matematik, meteoroloji, haritacılık, sismoloji, simya, tıp ve ilgili çalışmalarda çeşitli bilimsel faaliyetler yürüttüler, ancak hiçbir şey bu ayrı çabaları doğaya yönelik farklı bir eleştirel araştırma girişiminde birleştirmedi. Gerçekten de Çin dilinde “bilim” için tek bir kelime yoktu. Çin, Mısır ve diğer bürokratik uygarlıklar gibi, Helenik anlamda doğal felsefeden yoksundu ve biri, Çinli düşünürlerin, kendi iyiliği için takip edilen saf bilim nosyonuyla kafalarının karışacağını anlıyor. Çin toplumu, araştırmacı bilim insanına hiçbir sosyal rol sağlamadı ve ayrı bir meslek ya da ayrı bir bilim mesleği mevcut değildi. Bunun yerine, elit amatörler ve bilginler, bürokratik bir ortamda yararlı bilgileri toplamak ve uygulamak için kullanıldıklarında, çoğu zaman, belki de gizlice, bilimsel çıkarlar peşinde koştular. Geleneksel Çin bakış açısı, doğayı Batı'dan daha bütünsel ve organizmacı terimlerle kavradı. Daha Han zamanında, evreni, doğa dünyasının ve insanlığın sosyal dünyasının tam bir birlik içinde birleştiği geniş, tek bir organizma olarak tasavvur eden bir anlayış ortaya çıktı. Cennet ve Dünya, insan ve doğa ile birlikte uyumlu bir şekilde bir arada var oldular, göksel ve insan, imparatorun kişiliği aracılığıyla birbirine bağlandı. Çin felsefi perspektifinden, yin ve yang'ın iki büyük tamamlayıcı gücü, doğadaki ve insan ilişkilerindeki değişimi yönetti. Ayrıca, ahşap, ateş, toprak, metal ve sudan oluşan beş “evre” veya element, dünyanın oluşumunda dinamik roller oynadı. Görünüm nitelikseldi ve yin, yang ve temel “aşamalardan” birinin veya diğerinin diğerlerine baskın çıkması nedeniyle tekrar eden döngüleri vurguladı. Özellikle, bu beş element (Wuxing) teorisi, ana yönler, iklim ve mevsimler, ana gezegenler, vücudun bölümleri ve çok daha fazlası ile ilişkileri daha da ilişkilendirir. Dolayısıyla tıbbi bir boyut bu resmin bir parçasıdır ve geleneksel Çin tıbbı bu dünya görüşünden teşhis ve tedaviler türetmiştir. Beş elemente ilişkin bu vizyon, daha önce gördüğümüz Aristotelesçi unsurlara ve ilişkili Yunan hümoral tıbbına benzer, ancak doğanın doğasına ilişkin bu iki oldukça karmaşık kavramsallaştırmayı herhangi bir şekilde aynı veya nedensel olarak bağlantılı olarak düşünmek yanlış olur. O halde Çin bilimsel düşüncesini ele alırken, Çinli entelektüellerin Batı'dan coğrafyadan daha fazla ayrı bir dünyada yaşadıklarını kabul etmek gerekir.

S189 Daha sıradan bir düzeyde, Çin'de okullar bol olmasına rağmen, Çin eğitim kurumları bilimleri dahil etmedi veya eğitim vermedi. MS sekizinci yüzyılda kurulan, başkentte bir İmparatorluk Akademisi, imparatorluk için standart bir Konfüçyüs müfredatını denetleyen merkezi bir Eğitim Müdürlüğü ile karmaşık bir eğitim yapısının tepesindeydi. Standart müfredatı takip eden bir dizi özel akademi de çiçek açtı. Avrupa üniversitelerinden farklı olarak, bu okulların hiçbiri kendilerine kalıcı ve bağımsız bir varlık sağlayan yasal bir tüzüğe sahip değildi. Hepsi gelenek ve imparatorun iradesiyle var oldu. Sadece kararname ile kapatılabilirler ve kapatıldılar. Ayrıca, bu okulların tüm odak noktası - hem kamu hem de özel - kariyeristti ve öğrencileri devlet memurluğu sınavlarına hazırlamaya yönelikti. Hiçbiri diploma vermedi. İmparatorluk Akademisi bile, bilim adamlarının sınırlı süreler boyunca ders verdiği başka bir büroydu ve sonraki yüzyıllarda çok sayıda özerk kolej ve üniversiteyle Avrupa'ya kıyasla Çin'in tamamında böyle bir akademi vardı. Yetkililer 1100 CE civarında ayrı hukuk, tıp ve matematik okulları kurmuş olsalar da, hiçbiri çok uzun süre ayakta kalamadı. Bilimler, Çin eğitiminde veya eğitim kurumlarında yer almıyordu. Bu kültürel ve kurumsal engellere rağmen, emperyal yönetimin gereklilikleri, başlangıcından itibaren Çin devletinin bürokratik açıdan yararlı bilgiler geliştirmesi ve hizmeti için teknik uzmanlar toplaması gerektiğini zorunlu kıldı. Tipik bir tarzda, yazma gibi, uygulamalı matematik, Çin uygarlığının işleyişinin bir parçası haline geldi. 4. yüzyılda Çinliler ondalık basamaklı bir sayı sistemi geliştirdiler. Erken Çin matematiği, aritmetik hesaplamaları kolaylaştırmak için sayma çubuklarını ve MÖ 2. yüzyıldan itibaren abaküsü kullandı. MÖ üçüncü yüzyılda Çinli matematikçiler Pisagor teoremini biliyorlardı; 10'un güçlerini kullanarak büyük sayılarla uğraştılar; Aritmetik işlemlerde, karelerde ve küplerde ustalaşmışlardı ve Babilliler gibi bugün ikinci dereceden denklemlerle çözdüğümüz problemleri ele aldılar. MS on üçüncü yüzyılda Çinliler dünyanın en büyük cebir bilimcileri haline gelmişlerdi. Zu Chougzhi'nin (429-500 CE) π ila 7 ondalık basamak hesaplaması durumunda olduğu gibi, kayıtlar zaman zaman sayıların görünüşte eğlenceli bir şekilde keşfedilmesiyle meşgul olan Çinli matematikçilere işaret etse de, Çin matematiğinin ezici baskısı pratik ve faydacı. Birinci yüzyıldaki CE metni, Matematiksel Sanat Üzerine Dokuz Bölüm (Jiu Zhang Suan Shu), örneğin, tarım alanlarının ölçümleri, tahıl döviz kurları ve inşaat ve dağıtım sorunlarıyla ilgili 246 sorun çözümü içeriyordu. Çinli matematikçiler bunları çözmek için eşzamanlı “denklemler” ve kare ve küp kökleri de dahil olmak üzere aritmetik ve cebirsel teknikleri kullandılar. Hint etkileri, daha sonra İslami matematiğin yaptığı gibi, sekizinci yüzyılda Çin matematiğinde kendini hissettirdi. Karakteristik olarak, Çinli matematikçiler hiçbir zaman resmi bir geometri, mantıksal kanıtlar veya Öklid'de bulunanlar gibi tümdengelimli matematiksel sistemler geliştirmediler. Çin matematiğinin sosyal tarihi, bürokrasi bağlamında matematikçiler için hiçbir ödül sistemi ortaya koymamaktadır. Matematikçiler çoğunlukla dağınık küçük memurlar olarak çalıştılar, bireysel uzmanlıkları ayrı bürolarda sincaptı. Alternatif olarak, uzmanlar herhangi bir kurumsal bağlantı olmadan dolaştılar. Örneğin, en büyük üç çağdaş Song matematikçisi (Ts'in Kieou-Chao, Li Ye ve Yang Housi) eserlerini yayınladılar, ancak birbirlerini tanımıyorlar, farklı öğretmenleri vardı ve farklı yöntemler kullanıyorlardı. Çin matematiğinin karakterini ve sosyal rolünü göz önünde bulundururken, tümü toplulukları parçalamaya ve entelektüel sürekliliği bozmaya meyilli olan güçlü bir numeroloji ve matematiksel sır gelenekleri unsuru da hesaba katılmalıdır. Merkezi toplumların karakteristiği olan faydalı bilgi için devlet desteği modeli, hiçbir yerde Çin astronomisinden daha belirgin değildir. Resmi takvimi yayınlamak, imparatorun münhasır ayrıcalığıydı, görünüşe göre Xia hanedanlığında (MÖ 21-17. Mezopotamyalı meslektaşları gibi, Çinli takvim tutucular da ay ve güneş takvimlerini (her ikisi de son derece doğru) tuttular ve 19 yıllık Metonik döngü denen şeyi kullanarak, ikisini Babilliler gibi senkronize tutmak için fazladan bir ay ayı ekleme sorununu çözdüler. ve 235 kameri, yani on iki yıl on iki kameri ay ve yedi yıl on üç kameri ay. Göklerdeki uyumsuzluk, sözde imparatorun yönetimindeki uyumsuzluğa işaret ettiğinden, astronomi erken bir dönemde bir devlet meselesi haline geldi ve resmi himaye aldı.

S190 Çin'in MÖ 221'de birleşmesinden önce bile, astronomik gözlemleri ve takvimi profesyonel personel denetledi ve kısa süre sonra bir İmparatorluk Kurulu veya Astronomi Bürosu yargı yetkisini üstlendi. İmparatora gönderilen astronomik raporlar devlet sırlarıydı ve bunlar kehanetlerle, alametlerle ve ilgili siyasi-dini meselelerle ilgilendikleri için, resmi astronomlar imparatorun karargahına yakın ofisleri ile genel bürokraside özel bir yer işgal ettiler. Çinli gökbilimciler o kadar hassas bir rol oynadılar ki bazen siyasi nedenlerle astronomik gözlemleri değiştirdiler. Siyasi müdahaleyi önlemek amacıyla, astronomik prosedürler o kadar katı hale geldi ki, imparatorun açık rızası olmadan hiçbir yeni alete veya teknikte yeniliğe izin verilmedi ve fermanlar, özel kişilerin astronomik aletlere sahip olmasını veya astronomik veya kehanet metinlerine danışmasını yasakladı. Moğol/Yüan hanedanlığında 17 yıl yönetici olarak görev yapan İtalyan maceracı Marco Polo (1254-1324), devletin 5.000 astrolog ve falcıyı himaye ettiğini bildirdi. Standart sınav sisteminin dışında düzensiz olarak verilen özel eyalet sınavları, bürokrasi içindeki teknik pozisyonlar için matematikçileri ve astronomları işe aldı. Bürokrasinin geri kalanının aksine, aileler bir nesilden diğerine devredilen işler ile matematik ve astronomik uzmanlık gerektiren pozisyonları tekelleştirme eğilimindeydiler. Kurallar, astronomların çocuklarının başka meslekler peşinde koşmasını yasakladı ve bir kez Astronomi Bürosuna atanan bireyler, diğer devlet kurumlarına transfer edilemezdi. Çinliler, gök cisimlerinin “sert bir rüzgar” tarafından savrulan sonsuz boş uzayda yüzdüğü bir teori de dahil olmak üzere, kozmos hakkında çeşitli teoriler geliştirdiler. MS altıncı yüzyıldan itibaren resmi kozmoloji, büyük bir göksel kürenin merkezindeki sabit bir dünyadan oluşuyordu. Ay'ın göklerden aylık geçişinde günlük ilerlemesine karşılık gelen yirmi sekiz 'ay konağına' bölünmüş olan bu küre, kutuplar boyunca büyük bir eksende dönerek gök ile yeri birbirine bağladı. 'Cennetin oğlu' olan imparator, bu kozmolojinin temel taşı olarak duruyordu, Çin ise pusulanın dört ana noktası arasında 'orta krallık' olarak duruyordu. Astronomik teoride zayıf olmalarına rağmen, göksel kehanetleri arama görevi verildiğinde, Çinli gökbilimciler keskin gözlemciler haline geldi. MÖ sekizinci yüzyıla ve muhtemelen birkaç yüzyıl önceki Shang hanedanına ait güvenilir raporlarla, Çin'in gözlemsel başarılarının çeşitliliği etkileyicidir. Belgesel materyalin zenginliği, daha MÖ dördüncü yüzyılda Çinli gökbilimcilerin güneş yılının uzunluğunu 365¼ gün olarak ölçtüğünü ortaya koyuyor. Gece gökyüzünde her zaman görülebilen kuzey yıldızı ve dairesel kutup yıldızları, sistematik yıldız çizelgeleri ve kataloglar üreten Çinli gökbilimcilerden özel ilgi gördü. Çinli gökbilimciler, MÖ 720'den 1.600 güneş ve ay tutulması gözlemi kaydettiler ve tutulmaları tahmin etmek için sınırlı bir yetenek geliştirdiler. MÖ 352 ile MS 1604 arasında, gündüz bile görülebilen ancak görünüşe göre İslami veya Avrupalı ​​gökbilimciler tarafından fark edilmeyen 1054'teki patlayan yıldız (şimdi Yengeç Bulutsusu) dahil yetmiş beş nova ve süpernova (veya 'misafir' yıldız) kaydettiler. Kuyruklu yıldızlar bir felaket alameti ile Çinli gökbilimciler, MÖ 240'dan itibaren her 76 yılda bir Halley kuyruklu yıldızının görüntülenmesi de dahil olmak üzere, MÖ 613'ten MS 1621'e kadar yirmi iki yüzyıllık kuyruklu yıldız gözlemlerini dikkatle kaydettiler. Güneş lekelerinin gözlemleri (toz fırtınaları aracılığıyla gözlemlenir) MÖ 28'den kalmadır. Çinli gökbilimciler, ekinoksların 26.000 yıllık devinim döngüsünü biliyorlardı. Diğer Doğu uygarlıklarının gökbilimcileri gibi, ancak Yunanlıların aksine, gezegensel hareket için açıklayıcı modeller geliştirmediler. Yörüngeler hakkında spekülasyon yapmadan gezegen dönemlerine hakim oldular. Hükümet yetkilileri ayrıca sistematik olarak hava durumu verilerini topladı, en erken kayıtlar MÖ 1216'dan; hidrolik tesisatlardaki onarımları öngörmek için yağmur, rüzgar, kar yağışı, aurora borealis (“kuzey ışıkları”) ve meteor yağmurları hakkında meteorolojik veriler topladılar. Ayrıca, MS dokuzuncu yüzyıldan başlayarak meteoritlerin bileşimini ve derlenmiş gelgit tablolarını incelediler. Bu araştırmanın sosyal faydası aşikardır. Çin bilimini üç yabancı etki dalgası etkiledi. İlk dalga MS 600-750 yıllarında, T'ang zamanlarındaki Budist ve Hint etkileriyle aynı zamana denk geldi. Çinli Budistler, kutsal metinleri aramak için MS beşinci yüzyılın başlarından itibaren Hindistan'a hac ziyaretleri yaptılar. Zaman içinde yaklaşık 200 çevirmen ekibinin yaklaşık 1.700 Sanskritçe metni Çince'ye çevirdiği önemli bir çeviri hareketi gelişti. Bu hareketin bir parçası olarak, matematik, astroloji, astronomi ve tıp alanındaki çalışmalar da dahil olmak üzere Hindistan'ın laik bilimleri Çin'e doğru yol aldı.

S193 İkinci bir yabancı etki dalgası (bu sefer İslami), on üçüncü yüzyılda Kubilay Han tarafından Moğolların Çin'i fethetmesiyle başlayan güçlü bir etkiye sahipti. Kendileri Müslüman olmasalar da, Moğol hükümdarları Pekin'deki Astronomi Bürosunda İslami astronomları istihdam ettiler ve hatta geleneksel Çin astronomisi için olanın yanında paralel bir Müslüman Astronomi Bürosu kurdular; ve daha sonra Ming imparatorları paralel bir Müslüman Astronomi Bürosu geleneğini sürdürdüler. Müslüman astronomlar, 40 fit yüksekliğinde bir gnomon, gözlem tüpleri ve Çinlilerin (Batılı değil) kuzey gök kutbuna yönelimine göre ayarlanmış silahlı küreler ve halkalar da dahil olmak üzere gelişmiş astronomik aletler kullandılar. Büyük Moğol imparatorluğunun karşısında, Yüan (Moğol) zamanlarında (1264-1368) karşılıklı Çin-Fars teması gelişti ve Marağa gözlemevindeki İslami astronomlarla Çin temasını içeriyordu. Bu bağ, Çinli gökbilimcileri Öklid ve Batlamyus'un eserleriyle temasa geçirdi, ancak soyut bilime kayıtsızlıklarıyla tutarlı olarak, Çinliler, Batı biliminin bu sütunlarını üçüncü dalgadan ve Avrupalıların on yedinci yüzyılda gelişinden önce tercüme etmediler veya özümsemediler. . Moğollardan önce ve sonra Çinliler karmaşık astronomik saatler ve orreries olarak bilinen planetaria kullandılar. Yaklaşık 725'te Çinli bir zanaatkar mühendis olan Liang Ling-Tsan, tüm mekanik saatlerde anahtar düzenleyici cihaz olan mekanik eşapmanı icat etti. Eşapmanı kullanarak, daha sonra Çin'de küçük bir saat ve planetaryum yapımı geleneği ortaya çıktı. Bu gelenek, on birinci yüzyılın sonunda Song hanedanı diplomatı ve memur Su Sung'un (1020-1101), göksel hareketleri kopyalayacak ve resmi takvimdeki utanç verici eksiklikleri düzeltecek bir makine inşa etmek için bir hükümet komisyonu aldığı zaman doruk noktasına ulaştı. sonra kullanımda. Jurchen Tatarları, Song'dan Kaifeng'i ele geçirdikten sonra 1129'da Su Sung'un kulesini taşıdı. Sonunda, 1195'te yıldırım çarptı ve birkaç yıl sonra, yetenekli mekanik eksikliği nedeniyle Su Sung'un büyük makinesi tamamen bakıma muhtaç hale geldi. Bununla birlikte, Çin'in mekanik saat bilimi konusundaki uzmanlığı, yetkililerin on yedinci yüzyılda Çin'e geldiklerinde Batılı saatler karşısında şaşkınlık ifade ettikleri noktaya kadar geriledi. Su Sung'un saati ve benzeri aletler, Çin Astronomi Bürosu içindeki geleneksel uygulamaları ciddi şekilde etkilemedi, ancak vaka, doğanın soyut bilgisinden türetilen teknolojinin değil, hizmette uygulanan bağımsız bir teknolojinin tam tersi olan başka bir tarihsel örneği temsil ediyor. bilim ve bilimsel araştırma depremleri Çin'i ciddi şekilde etkiledi—örneğin 1303'te meydana gelen feci bir depremde 800.000 kişinin öldüğü bildiriliyor. Uzak bölgelere yardım sağlamak hükümete düştüğü için, depremlerin incelenmesi pratik bir devlet meselesi haline geldi. Deprem kayıtları MÖ 780'den kalmadır ve Han zamanından itibaren Astronomi Bürosu'nun devlet astronomlarının bunları kaydetme görevi vardı. Bu suçlamaya istinaden, MS ikinci yüzyılda Chang Heng, ustaca bir sismograf veya deprem dedektörü olan olağanüstü 'deprem rüzgar gülü'nü yarattı. Geleneksel Çin'de bu tür birçok makine vardı ve daha sonra Moğol zamanlarında İslam'a ve Marağa rasathanesine geçtiler. Haritacılık veya harita yapımı, devlet idaresinin hizmetinde geliştirilen ve uygulanan Çin bilimsel uzmanlığının dikkate değer bir başka boyutu haline geldi. Çinli harita yapımcıları, Batı'da eşit olmayan enlem aralıklarına sahip Mercator projeksiyonları olarak bilinenler de dahil olmak üzere çeşitli ızgara sistemlerini kullanarak Çin imparatorluğunun son derece hassas haritalarını oluşturdular. Ayrıca kabartma haritalar ürettiler ve 1027'de Northern Song altında karadaki mesafeleri ölçmek için bir vagon tasarladılar ve Ming haritacıları Cheng Ho'nun Hint Okyanusu'na yaptığı deniz seferlerinden sonra birkaç atlas üretti. Son derece merkezileşmiş bir topluma yakışır şekilde, tıp devlet tarafından sıkı bir şekilde düzenlenir ve tıp uygulaması bir tür kamu hizmeti olarak kabul edilirdi. T'ang zamanlarında (MS yedinci ila onuncu yüzyıllar arasında) bir İmparatorluk Tıp Koleji ortaya çıktı ve doktorlar sıkı sınavlardan geçmek zorunda kaldılar. Saray doktorları iyi maaşlı pozisyonlardaydı ve astronomik gibi tıp uzmanlıkları ailelerde vardı. Çin'de hastaneler veya en azından bakımevi benzeri kuruluşlar Budist ve Taocu hayırsever inisiyatiflerden doğdu, ancak bunlar MS 845'te dini vakıfların bastırılmasından sonra devlet kurumları haline geldi. Merkezi hükümet, hekimlere rehberlik etmek için genel tıp, eczacılık, pediatri, adli tıp, kadın hastalıkları ve benzeri konularla ilgili birçok resmi ders kitabı yayınladı. Yaklaşık 990 CE'den kalma bir Song farmasötik belgesi, 16.835 farklı tıbbi tarif içeriyordu.

S196 Çok sayıda botanik ve zoolojik ansiklopedi de kısmen tıbbi tavsiyeleri için dikkate alınmayı hak ediyor; bir hükümet yetkilisi, Li Shih-Chen, elli iki ciltte 1.892 ilacı listeleyen Pen Tsao Kang Mu veya Köklerin ve Bitkilerin Sınıflandırılması'nı derledi. Çizimler bu kitapların çoğunu süsledi. Doğal tarih çalışmalarının böceklere, özellikle ipekböceğine özel bir ilgi gösterdiği ya da ipekböceği için yapay üreme programlarının Çin tarihinin başlarında başlamış olması, devletin çok çeşitli uygulamalarda yararlı bilgilerden yararlandığını bir kez daha açıkça ortaya koymaktadır. Son olarak, bu satırlar boyunca, geleneksel Çin'deki büyü, simya ve okült bilimleri gözden kaçırmamak gerekir. Büyü ve kehanetin bir unsuru Çin tıbbında, astronomide, coğrafyada ve matematikte, ikincisi özellikle uygun sayılarla ilgiliydi. Çin simyası, Taocu dini felsefeyle yakından ilişkili olan ezoterik bilginin en gelişmiş dalı haline geldi. Batı'da olduğu gibi, Doğu'da da, Han zamanlarından beri popüler olan simya, ölümsüzlük iksirleri yapmak ve adi metalleri gümüş ve altına dönüştürmekle ilgilenen pratik bir bilimdi, ancak Çinli ustalar bu çabalara, tefekkürden ziyade kaba parasal fayda için daha az uğraştılar. manevi motivasyonlar ve manevi aşkınlık hedefi. (Chinese adepts engaged in these efforts less for crass monetary benefit than from contemplative, spiritual motivations and the goal of spiritual transcendence. )En azından bazı durumlarda, MS 389'dan 404'e kadar bir simya laboratuvarını destekleyen Kuzey Wei imparatoru örneğinde olduğu gibi, simya resmi himayeyi çekti. Simyacılar, dünya içinde yürütülen doğal süreçleri kopyalamaya çalıştılar. Ayrıntılı fırınlar inşa ettiler ve karmaşık simya prosedürleri izlediler ve gördüğümüz gibi, barut simya deneylerinin kasıtsız bir yan ürünü olarak ortaya çıktı. Çin tarihindeki diğer pek çok konuda olduğu gibi, MS on dördüncü ve on beşinci yüzyıllarda Ming hanedanlığı sırasında Çin bilimini, tıbbını ve teknolojisini belirli bir katılık ve gerileme etkilemeye başladı. Sebepler siyasi olabilir. Geniş ve yenilikçi Song'un veya uluslararası düzeyde açık Moğolların aksine, Ming Çin içe döndü ve izolasyonist, muhafazakar politikalar geliştirdi. Örneğin, Çin cebirinin Song'un altındaki zirvesinden iki yüzyıl sonra, Çinli matematikçiler artık daha eski metinleri anlayamadılar. Büyük saatçi Su Sung'un ölümünden bir asır sonra, bir örneği tekrarlamak gerekirse, hiç kimse onun eserini onaramadı, hatta kopyalayamadı. Avrupalılar on yedinci yüzyılın başında Çin'e vardıklarında, Song'un görkemli günlerinin durgunluğu birkaç yüzyıl boyunca etkisini göstermişti. Çin bilimini etkileyen üçüncü yabancı etki dalgası Batı Avrupa'dan geldi. Cizvit bilim adamı ve misyoner Matteo Ricci (1552-1610) 1582'de Çin kıyılarındaki Makao'ya geldi ve nihayet 1601'de Pekin'e kabul edildi. Ming imparatoru, saray ve Çin toplumu genel olarak Ricci'nin dinine ve onun çabalarına düşmanca kaldılar. ancak Batı matematiği, astronomi, takvim, hidrolik, resim, haritalar, saatler ve topçu hakkında iletebildiği şeylere ve Batı teknik incelemelerini Çince'ye tercüme etme becerisine özel ilgi gösterdiler. Gerçekten de, Ricci'nin kendisi bir mahkeme astronomu ve matematikçisi ve Çinli saat yapımcılarının itibari ilahı oldu. Ricci'nin öncülük etmesiyle, Cizvitler Çin'deki misyonlarını öncelikle daha büyük takvim ve astronomik uzmanlıkları nedeniyle başardılar. Aslında imparator, Astronomi Bürosu'nun operasyonel kontrolünü Cizvitlere devretti. İronik olarak, Ricci onunla birlikte Copernicus, Kepler ve Galileo'nun yeni güneş merkezli astronomisini değil, Avrupalıların İslami kaynaklardan ve antik çağlardan türetmiş olduğu Ptolemaik astronominin mükemmelleştirilmiş biçimlerini getirdi. Başka bir deyişle, Ricci'nin Çin'e getirdiği Avrupa bilimi, çağdaş Çin biliminden daha “doğru” olduğu için geriye dönük olarak övülemez. Aksine, Çinli ev sahipleri ve işverenleri, Çin bağlamında önemli olan tek ölçü, üstün doğruluğu ve faydası ile ona değer verdi. Ricci'nin Çin'e gelişiyle, Çin biliminin sonraki tarihi, büyük ölçüde onun ekümenik, dünya bilimi ile bütünleşmesi haline geldi. Çin bilimsel geleneklerinin çeşitliliği ve karmaşıklığı son on yılda bilim adamları için daha belirgin hale geldikçe, temel bir açıklayıcı soru ortaya çıktı: Bilimsel Devrim Çin'de neden olmadı. Bölüm 3'te detaylandırıldığı gibi, 'Bilimsel Devrim' şemsiye terimi, on altıncı ve on yedinci yüzyıllarda Avrupa'da modern bilimin ve modern bilimsel dünya görüşünün tarihsel olarak ayrıntılandırılmasına atıfta bulunur: Güneş merkezli bir gezegen sistemine geçiş, evrensel bir göksel ve yersel hareketi açıklama ilkesi, bilimsel bilginin yaratılmasına yönelik yeni yaklaşımların geliştirilmesi ve bilimin farklı kurumlarda kurumsallaştırılması.

S198 Ortaçağ Çin'i birçok alanda Avrupa'dan bilimsel ve teknolojik olarak daha gelişmiş olduğundan, Bilimsel Devrim'in Çin'de değil Avrupa'da ortaya çıkması gerçekten şaşırtıcı görünüyor. Bu nedenle, Çin'de neyin 'yanlış gittiği', Çin biliminin ne 'engelli' olduğu veya Bilimsel Devrimin orada gerçekleşmesini 'engelleyen' sorular tekrar tekrar ortaya çıktı. Tarihçiler bugüne kadar Bilimsel Devrim'in Çin'de neden gerçekleşmediğine dair birkaç farklı açıklama getirdiler, ancak hepsi bilim ve öğrenmenin çağdaş Çin toplumu ve kültürünün dokusuna kusursuz bir şekilde entegre olduğu noktasını gözden kaçırıyorlar. Tarihçinin işinin ne olduğunu değil, ne olduğunu açıklamak olduğu noktasını da kaçırıyorlar. (They miss the point, too, that the historian’s job is to explain what happened and not what didn’t happen. )Ne olursa olsun, yazılı ve sözlü Çince'nin karmaşıklığı, onu bilimi ifade etmek veya iletmek için ideal bir araçtan daha az yapmış olabilir. Yani, mandarin Çincesi ve ilgili diller tek heceli olduğundan ve resimli yazılarla yazıldığından, belirsizdirler ve bilim için kesin teknik diller olarak uygun değildirler. Ancak diğer uzmanlar, Çince'deki kesin teknik sözlüklere işaret ederek bu öneriye karşı çıkıyorlar. Çin 'düşünce biçimleri'nin Batı'da geliştirilen türden mantıksal, nesnel bilimsel akıl yürütmeye karşı olduğu kanıtlanabilir. Tarihçiler, Çin'de çeşitli şekillerde analojik akıl yürütme veya bağıntılı veya 'çağrışımsal' düşünme olarak etiketlenen kalıcı bir kültürel kalıp belirlediler. Bu düşünce tarzının, dünyayı, çeşitli şeyler (erdemler, renkler, yönler, müzikal tonlar, sayılar, organlar ve gezegenler gibi) arasındaki eşleştirilmiş denkliklerin analojiler ve metaforik sistemleri açısından temele dayalı olarak yorumlamaya çalıştığı söylenir. yin ve yang'ın güçleri ve metal, ahşap, su, ateş ve toprağın beş 'evresi'. Yin ve yang böylece kadın ve erkek, gündüz ve gece, ıslak ve kuru, imparator ve gökler paraleldir; 'ahşap', 'bahar' ve ana yön 'doğu' ile ilişkilendirilir vb. İlgili bir şekilde, ünlü kehanet çalışması, “Değişimler Kitabı”, I Ching, analitik kategorileri katı bir şekilde tanımlaması ve analojik akıl yürütmeyi teşvik ederek Çinli entelektüellerin dikkatine haksız yere hükmetmesi nedeniyle Çin düşüncesi üzerinde olumsuz bir etki yaptı. Yorumcular ayrıca Çin biliminin durağan kalitesi için Çin'deki ilgili bilimsel yöntemin eksikliğini suçladılar. İlkeleri Batılı bilimsel yaklaşımlara benzeyen ve yöntemleri Batı tarzı bilime ve Çin'de Bilimsel Devrime yol açabilecek olan Mohistler ve Hukukçular olan Çin'deki iki erken düşünce okulunun bastırılmasına işaret ediyorlar. Mo-Ti (MÖ beşinci yüzyıl) düşüncesinden türetilen Mohist okul, öncelikle siyasi meselelerle ilgilendi, ancak takipçileri, Mantıkçılar olarak bilinen ilgili bir grupla birlikte, mantık, ampirizm ve tümdengelim ve tümevarım araçları olarak vurguladılar. bilmek ve dolayısıyla Batı'da gelişene benzer bir bilimsel geleneğin doğmasına yol açabilirdi. MÖ dördüncü ve üçüncü yüzyıllarda öne çıkan diğer düşünce okulu olan Hukukçular, evrensel bir hukuk kodu geliştirmeye çalıştılar. Politik olarak başarılı olsalardı, sınıflandırma ve nicelleştirme çabaları, Çin'de modern bilimin yükselişi için bir temel oluşturabilirdi. Bununla birlikte, Legalistlerin sert yaklaşımı onlara çok az iyilik kazandırdı ve MÖ 206'da Han hanedanının ortaya çıkmasıyla birlikte hem onlar hem de Mohist okulu kendilerini reddettiler ve yerini daha ana akım ancak daha az katı bilimsel Taoizm ve Konfüçyüsçülük felsefelerine bıraktılar. Geleneksel Çin düşüncesi de “doğa kanunları” kavramından yoksundu. İslam veya Hıristiyan Batı'nın aksine, Çin medeniyeti, insanlar ve doğa için sabit emirler veren ilahi, her şeye gücü yeten bir kanun koyucu nosyonlarını benimsemedi. Özellikle Hukukçuların başarısızlığından sonra, Çin toplumu genel olarak kesin olarak tanımlanmış pozitif hukuka ve hukuk kurallarına tabi değildi; daha esnek adalet ve gelenek kavramları genellikle Çin yasal işlemlerini yönetiyordu. Sonuç olarak, Çinli entelektüellerin doğa yasalarını araştırmaları veya Tanrı'nın eserinde düzeni keşfetmeye yönelik bilimsel çabalar için motivasyon bulmaları hiçbir anlam ifade etmiyordu. Çin biliminin sözde başarısızlığını açıklamak için ileri sürülen bir başka fikir, Çinlilerin hissedilen kültürel üstünlüğü ile ilgilidir. Yani Çin, kültürel olarak homojen, içe dönük, uzun yazılı bir geleneğe sahip ve geleneksel bilgeliğe güçlü bir vurgu yapan büyük ve eski bir uygarlıktı. Dolayısıyla Çin'in geleneksel dünya görüşünü altüst etmek veya Çin dışındaki 'barbarlar' hakkındaki bilimsel bilgileri araştırmak veya özümsemek için hiçbir nedeni yoktu.

S199 Konfüçyüsçülük ve Taoizm'in baskın felsefeleri de benzer şekilde geleneksel Çin'deki bilimsel araştırmaları aptallaştırdıkları için sansürlendi. Konfüçyüsçü bakış açısının bazı özellikleri gerçekten de Batılı tarzda bilim arayışına karşıt olduğunu kanıtladı: toplum ve insan ilişkilerine odaklanma (ayrı bir 'doğa' değil), pratik sanatların küçümsenmesi ve 'yapay' kavramların reddedilmesi. ” davranır (yani, deney). Tao'ya -“yol”- ve işbirliği yoluyla evrensel uyum fikrine dayanan Taocu bakış açısı, takipçilerin doğaya aykırı veya doğaya aykırı hiçbir eylemde bulunmamalarını dikte etti. 'Nesnel' bir doğaya yönelik herhangi bir özel araştırma fikri, doğanın meraklı, deneysel bir kışkırtması bir yana, Taoizme yabancıydı. Bu bakış açılarından, Batılı doğa anlayışı ve bilimsel araştırma, Çin deneyimine yabancı kaldı. Son bir öneri, tüccar sınıflarının Çin uygarlığının büyük ölçüde dışında kalması nedeniyle, modern bilimin geleneksel Çin'de ortaya çıkamayacağını öne sürüyor. Çin'de girişimciler ve serbest piyasa kapitalizmi teşvik edilmiş olsaydı ve yekpare bürokratik kontrole tabi tutulmasaydı, o zaman bu argüman, belki de daha fazla serbest fikir piyasasının gelişebileceğini, üniversiteye benzer bağımsız kurumların gelişebileceğini ve modern bilimin gelişebileceğini öne sürüyor. muhtemel sonuçlanmıştır. Bilimsel Devrim'in neden Çin'de ortaya çıkmadığına ilişkin önceki açıklamaların her biri, kuşkusuz, Avrupalıların gelişinden önceki Çin'deki koşullara ilişkin bazı kavrayışları yansıtmaktadır. Bununla birlikte, daha önce karşılaşılan İslami bilim örneğine benzer şekilde, Bilim Devrimi'nin Çin'de neden gerçekleşmediğine dair olumsuz sorunun, tarihsel girişime yabancı olduğunu ve tarihsel analize tabi olmadığını tekrarlamak çok önemlidir. Bu tür olumsuz soruların sayısı elbette sonsuzdur. Bu özel soru, geriye dönük ve yanıltıcı bir şekilde, Çin'in bir şekilde Bilimsel Devrimi üretmesi gerektiğini ve bunu yapmasının yalnızca engeller nedeniyle veya Çin'in anlaşılması zor gerekli koşullardan yoksun olduğu için engellendiğini varsayar. Çin bilimini Avrupa standartlarına göre yargılamak büyük bir hatadır ve yalnızca daha sonraki Avrupa tarihinin Çin bilim tarihine geriye dönük bir izdüşümü, Çin'in Avrupa ile aynı yolu izlemesini ve izlemesini zorunlu kılabilir. Tam tersine, karşılaştırmalı sınırlamalarına rağmen, geleneksel Çin'deki bilim, kendi bürokratik, devlet ve sosyal bağlamları içinde mükemmel bir şekilde işledi. Bu, Çin'in yüksek ve eski uygarlığının ahlaki bir yargısı değil, sadece iyi bir tarih. Konfüçyüsçülük ve Taoizm'in baskın felsefeleri de benzer şekilde geleneksel Çin'deki bilimsel araştırmaları aptallaştırdıkları için sansürlendi. Konfüçyüsçü bakış açısının bazı özellikleri gerçekten de Batılı tarzda bilim arayışına karşıt olduğunu kanıtladı: toplum ve insan ilişkilerine odaklanma (ayrı bir 'doğa' değil), pratik sanatların küçümsenmesi ve 'yapay' kavramların reddedilmesi. ” davranır (yani, deney). Tao'ya -“yol”- ve işbirliği yoluyla evrensel uyum fikrine dayanan Taocu bakış açısı, takipçilerin doğaya aykırı veya doğaya aykırı hiçbir eylemde bulunmamalarını dikte etti. 'Nesnel' bir doğaya yönelik herhangi bir özel araştırma fikri, doğanın meraklı, deneysel bir kışkırtması bir yana, Taoizme yabancıydı. Bu bakış açılarından, Batılı doğa anlayışı ve bilimsel araştırma, Çin deneyimine yabancı kaldı. Son bir öneri, tüccar sınıflarının Çin uygarlığının büyük ölçüde dışında kalması nedeniyle, modern bilimin geleneksel Çin'de ortaya çıkamayacağını öne sürüyor. Çin'de girişimciler ve serbest piyasa kapitalizmi teşvik edilmiş olsaydı ve yekpare bürokratik kontrole tabi tutulmasaydı, o zaman bu argüman, belki de daha fazla serbest fikir piyasasının gelişebileceğini, üniversiteye benzer bağımsız kurumların gelişebileceğini ve modern bilimin gelişebileceğini öne sürüyor. muhtemel sonuçlanmıştır. Bilimsel Devrim'in neden Çin'de ortaya çıkmadığına ilişkin önceki açıklamaların her biri, kuşkusuz, Avrupalıların gelişinden önceki Çin'deki koşullara ilişkin bazı kavrayışları yansıtmaktadır. Bununla birlikte, daha önce karşılaşılan İslami bilim örneğine benzer şekilde, Bilim Devrimi'nin Çin'de neden gerçekleşmediğine dair olumsuz sorunun, tarihsel girişime yabancı olduğunu ve tarihsel analize tabi olmadığını tekrarlamak çok önemlidir. Bu tür olumsuz soruların sayısı elbette sonsuzdur. Bu özel soru, geriye dönük ve yanıltıcı bir şekilde, Çin'in bir şekilde Bilimsel Devrimi üretmesi gerektiğini ve bunu yapmasının yalnızca engeller nedeniyle veya Çin'in anlaşılması zor gerekli koşullardan yoksun olduğu için engellendiğini varsayar. Çin bilimini Avrupa standartlarına göre yargılamak büyük bir hatadır ve yalnızca daha sonraki Avrupa tarihinin Çin bilim tarihine geriye dönük bir izdüşümü, Çin'in Avrupa ile aynı yolu izlemesini ve izlemesini zorunlu kılabilir. Tam tersine, karşılaştırmalı sınırlamalarına rağmen, geleneksel Çin'deki bilim, kendi bürokratik, devlet ve sosyal bağlamları içinde mükemmel bir şekilde işledi. Bu, Çin'in yüksek ve eski uygarlığının ahlaki bir yargısı değil, sadece iyi bir tarih. Bu durumda, Bilimsel Devrim'in neden başka bir yerde meydana gelmediği yerine, Avrupa'da neden ortaya çıktığı sorusu kalır. Hükümet desteğinin ve aynı zamanda hükümet kontrolünün daha az yaygın olduğu ekolojik bir bağlamda, bireysel düşünürlerin eleştirel fakülteleri soyut sorulara uygulamak için daha fazla alana ve özgürlüğe sahip olduğunu önermek için belki de çok erken değil.( Perhaps it is not too early to suggest that in an ecological context where government support but also government control was less pervasive, individual thinkers had more space and freedom to apply critical faculties to abstract questions.)

S202 Kent uygarlığı, ilk üniversitenin Avrupa'da ortaya çıkmasından önce en az 1.500 yıl boyunca Hindistan alt kıtasında sürekli olarak var olmuştur. Hinduizm, Budizm ve Jainizm gibi büyük dünya dinleri orada ortaya çıktı ve Himalayaların güneyindeki kara kütlesine yayıldı. Büyük krallıklar geldi ve gitti. Kraliyet ve soyluların saraylarında büyük sanat ve müzik gelişti. Orta Çağ Hindistan'ında karmaşık toplumlar ve belirgin bir yüksek kültür gelişti. Tahmin edebileceğimiz gibi, Hintli uzmanlar matematik, astronomi, tıp ve diğer bazı bilimlerde profesyonel ve son derece kesin çalışmalar yürüttüler. Son yıllarda Çin'de bilim ve medeniyet üzerine yapılan bilimsel çalışmalar, Hindistan'daki bilim ve teknoloji tarihi ile ilgilenen tarihçileri etkilemiştir. Ama ne yazık ki, Çin'in araştırmalarına uyan kapsamlı bir sentez henüz ortaya çıkmadı. Tarihçiler, Hintli astronomların, matematikçilerin ve doktorların metinlerini, bazen erken Hintli bilim adamlarına her türlü “ilk”i atfeden, şimdi tanıdık bir tavırla incelediler. Koşullar değişse de, Hindistan örneğini anlamak için yapılacak çok daha fazla araştırma var. Burada yalnızca tipik bir bürokratik uygarlığın ayırt edici özelliklerinin Hindistan'da kendini gösterdiğini söyleyebiliriz: sulamalı tarım, politik merkezileşme, sosyal tabakalaşma, kentsel uygarlık, anıtsal mimari ve faydaya doğru eğilmiş yüksek öğrenim. Çin veya İslam dünyası ile karşılaştırıldığında, Hindistan'da doğa bilimlerindeki araştırma gelenekleri daha az güçlüydü. En azından kısmen, Hint dinlerinin uhrevi, aşkın karakteri, doğanın doğrudan incelenmesine karşı çıktı. Çeşitli şekillerde, Hinduizm, Budizm ve Jainizm'in başlıca dinleri, gündelik dünyayı, geçici bir görünümler dünyasının altında yatan aşkın bir teolojik gerçekliğe sahip büyük bir yanılsama olarak tasavvur ederler. Bu felsefelerde, Platoncu ya da sonraki Hıristiyan geleneklerinden farklı olarak, gördüğümüz dünyayı daha büyük bir gerçekliğin soyut alanıyla birleştiren hiçbir yazışma yoktur. O halde hakikat, tamamen metafizik ve uhrevi olarak kalır ve bilginin amacı, etrafımızdaki sıradan dünyayı anlamak değil, bu dünyayı aşmak, onun zayıflatıcı karmasından kaçmak ve daha yüksek bir seviyeye yükselmek olur. Manevi açıdan çok zengin olan bu tür görüşler, geleneksel Hint düşünürlerini doğal dünyanın kendisine ya da doğadaki ya da doğa yasalarındaki herhangi bir altta yatan düzenliliğe odaklamadı. Uygarlık, MÖ üçüncü binyılda İndus Nehri Vadisi boyunca ortaya çıktı (bkz. Bölüm 3), ancak MÖ 1800'den sonra, belirsizliğini koruyan, ancak muhtemelen değişen ekolojik modellerden ve İndus'un düzensiz ve yıkıcı seyrinden kaynaklanan nedenlerle azaldı. Bunu takip eden toplum bir kentsel uygarlık değildi, daha ziyade aşiretlere göre örgütlenmiş ve her birinin başında bir kral ve baş rahip olan ademi merkezi tarım topluluklarından oluşuyordu. Zamanla yerleşimler İndus'tan doğu Hindistan'daki Ganj havzasına yayıldı. Erken Hint toplumunu dört tarikat veya mülk oluşturuyordu: rahipler, savaşçı soylular, köylüler veya tüccarlar ve hizmetçiler, daha sonra Hint kast sisteminin tüm karmaşıklığını ortaya çıkaran bir sosyal bölünme. Bu dörtlü bölünme, yerel veya bölgesel kimlikleri “sınıf” kimlikleri lehine yıkma eğilimindeydi. Rahip sınıfı (Brahman veya Brahman), irfan ve ritüel uzmanlığı koruyordu, bunlar olmadan evrenin çökeceği varsayılırdı. Brahman eğitimini tekelleştirdi, törenler düzenledi, krallara tavsiyelerde bulundu, devlet idaresine katıldı ve halüsinojenik içecek soma içti. 1500-1000 BCE dönemi ve sonraki 500 yılda derlenen yardımcı Brahmanik yorumlar. Rig Veda, Vedik bir metin örneğidir. Başlangıçta sözlü eserler, ancak MÖ altıncı yüzyılda Hindistan'da yazının ortaya çıkmasıyla kodlandılar. Bazı belirsizlikler bir yana, bu ilk metinler, sosyal ve kozmik düzenlerin sürdürülmesine yönelik bilimsel bilginin varlığını ortaya koyuyor. Kutsal Sanskritçe metinlerin merkeziliği ve sözlü anlatımlarının 'büyülü' gücü göz önüne alındığında, dilbilim ve dilbilgisi çalışmaları Hindistan'da gelişen ilk 'bilimler' oldu. Sanskrit dili ve Vedalar, tüm çalışmaların temelini oluşturdu ve acemilere ve uzmanlara karmaşıklıklarında rehberlik etmek için birçok dilbilgisi ve dil kılavuzu üretildi. Örneğin, Panini'nin MÖ beşinci yüzyıl Sanskritçe dilbilgisi, dilbilgisi, fonetik, ölçü ve etimoloji ile ilgili 3.873 özlü kural ortaya koydu. Vedik yazıların sözlü olarak okunmasının önemi aynı şekilde geleneksel akustik araştırmalarına ve müzik tonlarının analizlerine yol açtı.

S203 Vedik ve Brahmanik metinlerin daha küçük bir yan grubu astronomi ve matematikle ilgiliydi. Yüksek statülü profesyonel bir rahipler, astrologlar, yıldız gözlemcileri ve hesap makineleri sınıfının Vedik toplumda işlev gördüğünü açıkça ortaya koyuyorlar. Belirli günlerde, belirli ay ve yıllarda yapılması gereken törenleri ve kurbanları düzenlemek için uzmanlar bir takvim oluşturmuş ve sürdürmüştür. Güneş yılını aylara bölmek ve dini takvimi güneş yılı ile senkronize tutmak için fazladan bir ay eklemek için birden fazla çözüm geliştirdiler. Ay, astrolojik bir öneme sahipti ve Çinliler gibi, ilk Hintli astrologlar, göklerdeki aylık seyrini yirmi yedi (bazen yirmi sekiz) takımyıldıza veya 'ay konaklarına' (naksatralar) böldüler. Vedik Brahman takvimi böylece ay ve güneş döngülerini birleştirdi. Sunakların inşası ve yönelimi, matematiksel yeterliliğin gerekli olduğu kanıtlanan yüksek öneme sahip ilgili bir meseleydi. Hint tarihinin ilk aşamalarında, Hintli matematikçiler ayrıca Hindu ve Budistlerin büyük kozmik döngü kavramlarına uygun olarak çok büyük sayıları araştırdılar ve 10 140'a kadar olan sayılara isimler verdiler. Hindistan alt kıtası dış etkilere Çin'den daha açıktı ve Hint bilimsel ve teknik gelenekleri de öyleydi. Hindistan'ın MÖ altıncı yüzyılda Persler tarafından işgali ve müteakip 200 yıllık İndus Vadisi işgali, Hint astronomisi üzerindeki Pers ve Babil etkilerinin kapısını açtı. Benzer şekilde, Büyük İskender'in MÖ 327-326'daki işgali, Yunan biliminin Hindistan'a yayılmaya başlamasına izin verdi. Tersine, Hindistan'ın bilimsel ve teknik başarıları İslam dünyası, Çin ve Avrupa'daki gelişmeleri etkilemiştir. En az bir nispeten güçlü krallık (Magadha), MÖ dördüncü yüzyılda Hindistan'da ortaya çıktı. O zamana kadar Hindistan'ı tek bir yönetim biçimi birleştirmedi, ancak Büyük İskender'in işgaliyle tetiklenen Hintli maceracı Chandragupta Maurya, MÖ 321'den 297'ye kadar ilk Mauryan kralı olarak hüküm süren alt kıtadaki ilk birleşik imparatorluğu kurdu (harita 8.1). Torunu Aśoka, hükümdarlığı sırasında krallığı MÖ 272'den 232'ye kadar genişletti. Bir çalışma, Ganj merkezli çağdaş Maurya imparatorluğunun o zamanlar dünyanın en büyük imparatorluğu olduğunu iddia ediyor. Mauryan imparatorluğunun ortaya çıkışıyla birlikte, tarihsel kayıtlarda daha fazla netlik ortaya çıkıyor. Mauryan imparatorluğu her şeyden önce büyük bir hidrolik medeniyetti. Bir Yunan gezgin olan Megasthenes, MÖ 300 civarında Chandragupta'nın sarayında zaman geçirdi ve ekilebilir arazinin yarısından fazlasının sulandığını ve sonuç olarak Hint tarımının yılda iki hasat ürettiğini anlatıyor. Özel bir devlet dairesi, geniş kanallara ve savaklara sahip iyi gelişmiş bir sulama sisteminin inşasını ve bakımını denetledi ve aynı büro ekilmemiş arazilerin yerleşimini planladı ve yönetti. Toprak ve su, kralın mülkü olarak kabul edildi ve Mauryanlar, sulama için alınan sudan ücret aldılar. Köylüler ve devlet vergi tahsildarları arasında herhangi bir aracı kurum olmadığı için, köylüler toprakları bir tür kiracı olarak elinde tutuyordu ve bundan böyle Hindistan tarihinde devlet ana gelirlerini toprak rantları şeklinde aldı. Böylece sulama hem gıda üretimi hem de devlet geliri için gerekli olduğunu kanıtladı ve aynı zamanda siyasi merkezileşmeyi güçlendirdi. Eski sulama sistemlerinin arkeolojik kanıtları, büyük ölçüde, Hindistan'daki tarihi zamanların başlangıcından bu yana nehirlerin rotalarını bu kadar değiştirmiş olmaları nedeniyle, hala belirsizliğini koruyor. Bununla birlikte, belgesel kanıtlar, hidrolik altyapının önemini yansıtıyor - Mauryanlar döneminde bir barajı veya tankı ihlal etmenin, boğulmakla cezalandırılan ölüm cezasına çarptırılan bir suç haline geldiğini söylüyor.

S206 Mauryan imparatorluğu, hidrolik uygarlıklarla ilişkili diğer ayırt edici özelliklerden yoksun değildi. İmparatorluğu ayrıntılı bir bürokratik yapı yönetiyordu. Nehirler, 'kazma' ve sulama ile ilgili departmana ek olarak, bir dizi bölgesel ve kentsel müfettiş - hepsi kralın maaşlı memurları - ticaret, ağırlıklar ve ölçüler, tüketim vergisi, darphane, doğum ve ölümlerin kaydı, yabancıların denetimi ve dokuma, tuz temini, madencilik ve demir yapımı gibi devlet sektörlerinin denetlenmesi. Ekonominin devlet kontrolü, Maurya toplumunun karakteristik bir özelliğiydi ve gerçekten de zanaatkarlar bir miktar kraliyet hizmeti borçluydu. Maurya'nın siyasi başarısı, askeri gücünden kaynaklandı ve buna bağlıydı ve altı yan departmandan oluşan karmaşık bir savaş ofisi, yaklaşık 700.000 adam ve binlerce filden oluşan ücretli bir daimi orduyu yönetti ve tedarik etti. Kraliyet casuslarından oluşan ayrıntılı bir bürokrasinin varlığı, Mauryan hükümetinin otokratik yapısını güçlendirdi. Mauryanların yönetimi altındaki şehirlerin büyümesi ve artan zenginliği, gelişmekte olan bir uygarlığın ek işaretleridir. Altmış dört kapı, 570 kule ve 25 millik bir savunma duvarı, Ganj ve Son Nehirlerinin birleştiği yerde Pataliputra'da (bugünkü Patna) başkenti koruyordu. Şehir içinde, iki ve üç katlı evlerin arasında Mauryanlar, yaldızlı sütunlarla dolu anıtsal bir ahşap saray ve göller ve bir arboretum içeren bir süs parkı inşa ettiler. Mauryanlar, imparatorluğu ağaçlarla çevrili yollar, kamu kuyuları, dinlenme evleri ve bir posta hizmeti ile bağlayan bir iletişim sistemi de dahil olmak üzere diğer kamu işlerini üstlendiler. Detaylar yarım yamalak kalsa da, Mauryanlar altında uzman bilgisinin kullanılmaya devam ettiği açık görünüyor. Aśoka'nın Budizm'e dönüşmesine rağmen, Brahman'ın rahiplik uzmanlıklarıyla sosyal konumu bu dönemde ciddi şekilde zayıflatılmadı. Mauryan şehirleri sanat, zanaat, edebiyat ve eğitim merkezleri haline geldi; imparatorluğun idaresi açıkça okuryazarlık ve aritmetik gerektiriyordu. Örneğin, tarım müfettişinin meteorolojik istatistikler derlediğini ve bir yağmur ölçer kullandığını biliyoruz. Aśoka'nın kaya fermanlarından biri - imparatorluğu boyunca dikilmiş oyma yazıtlar - aynı zamanda insanlar ve hayvanlar için revirler kurduğuna da atıfta bulunur. Ve Babil ve Helenistik etkiler bu noktada Hindistan'da özellikle astrolojide hissedilmeye başlandı. Örneğin, on iki evden oluşan Greko Babil zodyak veya her biri 30 derecelik burçlar Hint astronomisine girdi ve astrolojik yapısını oluşturmaya yardımcı oldu. Kuşkusuz, daha fazla araştırma Mauryan astronomları ve astrologlarının daha fazlasını ve onların güçlü patronlara olan bağlılıklarını ortaya çıkaracaktır. Mauryan imparatorluğu Aśoka'nın ölümünden sonra geriledi ve Hindistan bir dizi daha küçük krallık ve prensliğe bölündü. Hindistan'ın bir kez daha birleşik bir statü kazanmasından önce 500 yıldan fazla bir süre geçti, bu kez MS dördüncü yüzyılda Guptas'ın saltanatı altında. Bu hanedanın kurucusu Chandragupta (Chandragupta Maurya ile karıştırılmamalıdır), 320'den 330'a kadar hüküm sürdü ve daha iyi bilinen torunu Chandragupta II (Chandragupta Vikramditya) 375'ten 415'e kadar iktidarda kaldı. 650, bazı süreksizliklerle ve klasik Hint uygarlığının altın çağını temsil ediyor. Gupta imparatorluğu, güçlü merkezi gücü, bayındırlık işleri, ticaretin düzenlenmesi ve toprak rantından elde edilen gelirler bakımından Mauryanlarınkine benziyordu. Gupta dönemi, Hindu sanatının ve edebiyatının gelişmesi, liberal kraliyet himayesi gelenekleri ve astronomi, matematik, tıp ve dilbilimde sistematik burs için not edilir. Klasik Hint biliminin yüksek su işaretini oluşturdu. Daha önce olduğu gibi, Guptas yönetimindeki Hint astronomisi pratik bir faaliyet olarak kaldı. Eğitimli profesyoneller takvimler oluşturdular, dini egzersizler için zaman belirlediler, burçlar yaptılar ve astrolojik tahminlerde bulundular, tarım ve kişisel servet için “şanslı günler” ile astrolojik tahminlerde bulundular. Hint astronomisi özellikle gözlemsel veya teorik değildi ve göksel hareketlerin fiziğini araştırmadı. Vurgu tamamen astrolojik tahmin ve hesaplama uzmanlığı üzerinde kaldı. Ayrıca, kadim Vedalardaki varsayılan kökleri nedeniyle Hint astronomisi, teorik yeniliğe hiçbir prim vermeyen muhafazakar, geriye dönük bir girişim olarak kaldı. Hint entelektüel yaşamının geri kalanından izole edilen gökbilimciler, ailelerde bir nesilden diğerine geçen teknik uzmanlıkla daha çok uzman rahipler gibi davrandılar. Konsensüsün genellikle bilimsel gelenekleri birleştirdiği Çin, İslam dünyası veya Avrupa'daki astronomiden farklı olarak, yaklaşık altı kişi Hint astronomi-astrolojisinin bölgesel okulları, entelektüel bağlılık ve maddi himaye için yarıştı.

S208 Sınırlamalarına ve bölünmelerine rağmen, Hint astronomisi Guptalar döneminde oldukça teknik ve matematiksel hale geldi. Dördüncü yüzyıldan yedinci yüzyıla kadar çeşitli Hintli gökbilimciler, astronominin temellerini kapsayan bir dizi üst düzey ders kitabı (siddhānta veya 'çözümler') üretti: güneş yılı, ekinokslar, gündönümleri, ay dönemleri, Metonik döngü, tutulmalar, gezegen hareketleri (Yunanca gezegen teorisini kullanarak), mevsimsel yıldız çizelgeleri ve ekinoksların devinimi. Aryabhata I (d. 476 CE) Pataliputra'da yaşadı, bir siddhānta besteledi, öğrenciler yetiştirdi ve dünyanın her gün kendi ekseni etrafında döndüğü (Ptolemy'nin Almagest'i hakkındaki bilgisine rağmen) alışılmışın dışında bir görüşe sahipti. Takip eden yüzyıldaki siddhānta'sında astronom Brahmagupta (d. 598 CE), Aryabhata'nın hareket eden bir dünya fikrini, sağduyuyu ihlal ettiği ve doğru olsaydı kuşların her yöne özgürce uçamayacakları gerekçesiyle reddetti. Brahmagupta'nın dünyanın çevresiyle ilgili tahmini, herhangi bir eski astronomun en doğru tahminlerinden biriydi. Hint astronomisi kesin aritmetik hesaplamalara dayanıyordu ve Aryabhata ve Brahmagupta, gökbilimciler kadar matematikçiler olarak ün kazandılar. Cebirsel ve sayısal karakterde olan Hint matematiği, büyük ölçüde pratik kaygıları yansıttı ve “tarifler” lehine genel çözümlerden kaçındı. Aryabhata, çalışmalarında dokuz 'Arap' rakamını ve sıfırı kullanarak bir basamak değeri sistemi ve ondalık nosyon kullandı. (Hint matematiği bağlamında sıfırın ortaya çıkışı, muhtemelen özellikle Hint dini-felsefi “hiçlik” nosyonlarından kaynaklanıyor olabilir.) π'nin değerini dört ondalık basamağa hesapladı, daha sonra Hint matematikçileri dokuz ondalık basamağa genişletti. Siddhānta Brahmagupta'da ölçüm, cebir, trigonometri, negatif sayılar ve π gibi irrasyonel sayılar üzerine daha önceki çalışmaları genişletti. Hint matematik çalışmaları Batı tarafından öncelikle on birinci yüzyıl İslam bilimcisi al-Bīrūnī'nin History of India adlı eserindeki raporlar aracılığıyla bilinir hale geldi. Başka yerlerdeki uygarlıklarda olduğu gibi, doktorlar ve tıp dünyası sağlam bir şekilde kurumsallaştı ve gelişti. Zengin ve aristokrat aileler hekimleri himaye etti ve saray hekimleri, kısmen zehirler ve yılan sokmaları konusundaki uzmanlıkları nedeniyle özellikle yüksek statüye sahipti. Üst düzey doktorlar, eğitim ve lisanslama yoluyla kendilerini ampiriklerden farklılaştırdı. Örneğin geleneksel bir tıp metni olan Charaka Samhitā, usta bir doktor-öğretmen ile çıraklık yapma ve tıp uygulamadan önce kraliyet izni alma sürecinden bahseder. Nalanda'daki dini merkez, MS beşinci yüzyıldan on ikinci yüzyıla kadar bir tıp okulu olarak gelişti. Binlerce öğrenci (raporlar 4.000 ila 10.000 arasında değişmektedir) ve yüzlerce öğretmen, 300 ders odası ve büyük bir kütüphane ile bir mil kareden fazla olan bu geniş komplekste okudu ve ders verdi. Eğitim ücretsizdi, kral ve zengin aileler tarafından destekleniyordu. Diğer öğretim merkezleri Taxila ve Benares'te mevcuttu. Bahsedildiği gibi, Mauryan kralı Aśoka tıbbi revirler kurdu ve Gupta döneminde hayırsever dispanserler de vardı. Şaşırtıcı olmayan bir şekilde, savaş atları ve filler için veterinerlik tıbbı MÖ 4. yüzyıldan itibaren Hindistan'da yüksek bir yetkinliğe ulaştı. Tıbbi teori ve uygulama, Hint tarihinin başlarında oldukça gelişmiştir. Vedik sözlü gelenek, diseksiyona dayalı anatomik bilgileri, özellikle de kurban edilen atın yanı sıra botanik bilgileri ve hastalıkların tanımlarını bildirdi. Ayurveda ya da “yaşam bilimi” olarak bilinen gelenek, MÖ altıncı yüzyılda kodlanmaya başladı ve çeşitli bedensel mizaçlar arasındaki denge dengelerini korumayı içeren karmaşık tıbbi ve fizyolojik teorileri ve tedavileri içeriyordu. Ayurveda tıbbı, hastalıklara ve tedavilerine rasyonel yaklaşımlarıyla ünlüdür ve aslında tıbbi akıl yürütme ve yargılama süreçlerini değerlendirmede bilinçli bir epistemolojik boyuta sahiptir. Doktor Charaka'nın (Charaka Samhitā) standart tıbbi özeti MS 1. yüzyılda ortaya çıktı. Hinduların isimlendirme ve listeleme eğilimini yansıtan Charaka Samhitā, 300 farklı kemik, 500 kas, 210 eklem ve 70 “kanal” veya damar tanımlar; ilişkili hastalık nozolojisi daha az ayrıntılı değildi. Doktor Susruta'nın (Susruta Samhitā) ilgili bir 'koleksiyon' Hint cerrahisi için bir İncil haline geldi. En yükseklerinde Hint tıbbı ve cerrahisi, muhtemelen herhangi bir çağdaş uygarlığın en gelişmiş ve gelişmişiydi. Yararlı olduğu düşünülen bir diğer bilim olan simya da Hindistan'da gelişti, belki de Çin'den geldi. Tıp ve Tantrik Budizm mezhebiyle yakından ilişkili olan Hint simya incelemeleri, çeşitli cıva biçimlerine, sağlığın korunmasına ve çürümez bir bedenin yaratılmasına odaklandı.

S211 Uygulayıcılar, iksirler, afrodizyaklar ve zehirler aracılığıyla tıpta uygulamalar bulan karmaşık bir kimyasal bilgi külliyatında ustalaşmaya başladılar. Bu bilimsel gelişmelerin oldukça dışında, geleneksel Hindistan oldukça gelişmiş bir teknolojik uygarlık haline geldi. Gerçekten de, yoğun bir şekilde makineleşmemiş olmasına rağmen, Hindistan, Avrupa sömürgeciliği ve Sanayi Devrimi'nin kendilerini Hindistan alt kıtasında kurmasından önceki dönem için “endüstriyel bir toplum” olarak etiketlendi. Hindistan'daki ana endüstri tekstildi ve o zamanlar Hindistan dünyanın önde gelen tekstil üreticisiydi. Örneğin dokumacılar kastı, yalnızca tarım kastına göre sayıca ikinci sıradaydı ve tekstil üretimi, kimyasallar ve kumaşların boyanması ve bitirilmesinde yan sanayilere yol açtı. Hint Okyanusu ticareti için okyanusa giden gemileri tedarik eden gemi inşası da aynı şekilde geleneksel Hindistan'ın büyük bir endüstrisiydi. Hintli gemi yapımcıları, özellikle Hint Okyanusu'nun muson koşullarına uygun inşaat teknikleri geliştirdiler ve Hint gemi inşa ticaretinin önemi, Avrupalıların bu sulara girmesinden sonra fiilen arttı. Hindistan'da demir eritme M.Ö. 1000'den kalma olmasına rağmen, İslam Babür imparatorluğuna ve on altıncı yüzyılda silah üretiminin ortaya çıkmasına kadar nispeten küçük bir ölçekte uygulandı. Hintli dökümcülerin yetkinliği, MS dördüncü yüzyılda Chandragupta II altında Delhi'de yapılan 24 fit yüksekliğindeki hatıra demir sütunundan daha iyi gösterilemez. (Bu güne kadar bile hiçbir pas belirtisi göstermediği bildiriliyor.) Hintli zanaatkarlar ayrıca çanak çömlek yapımı, cam yapımı ve büyük bir uygarlığa yakışan sayısız diğer pratik zanaatla uğraştı. Teknolojik gelişmişliği göz önüne alındığında, Hindistan, on dokuzuncu yüzyılda resmi İngiliz yönetiminin gelmesiyle birlikte sanayisizleşmesi anlamına gelen şaşırtıcı bir süreçten geçti. Gupta döneminde kast sistemi, yaklaşık 3.000 farklı kalıtsal kast tanımıyla daha katı hale geldi. Hindistan'daki teknoloji tarihi için kast sisteminin önemi muhtemelen daha önce düşünülenden daha az olsa da, sistem, farklı teknik zanaatların ve zanaat geleneklerinin sosyal olarak farklı kastlara ve lonca benzeri yapılara ayrılmasıyla dikkate değer olmaya devam ediyor. kastının dışında bir ticaret yapmak. Kast engelleri bazen aşılmış olsa da, teknolojinin bilimsel geleneklerden ayrılması, Çin'de veya antik Yunanistan'da olduğu kadar Hindistan'da da belirgindir. 455 CE'de Gupta topraklarının bir Hun istilası yıkıcı oldu ve 480-90 yıllarında imparatorluğun kısmen parçalanması izledi. Sonraki altıncı yüzyıl Hint kralları imparatorluğu yeniden kurdular, ancak klasik Hint uygarlığının birliği, 647'de veliaht olmayan kral Harsha'nın ölümünden sonra tamamen çöktü. Arka arkaya küçük Hindu devletleri izledi ve MS 1000'den sonra Hindistan'da İslami etkiler ve saldırılar hissedilmeye başladı. İslam, kısmen kast ayrımlarını reddettiği için geniş bir çekiciliğe sahipti. Bağımsız bir Delhi saltanatı kuzey Hindistan'da 1206'dan 1526'ya kadar İndus ve Ganj'a hükmetti ve üstün top teknolojisi sayesinde İslam Moghal imparatorluğu 1526'dan 1857'ye kadar Kuzey Hindistan'ı yönetti. Müslüman yönetimi Kuzey Hindistan'a gelişmiş sulama ve hidrolik teknolojisi getirdi. Yapay göllerin kullanımı da dahil olmak üzere Hint tarımı. Büyük Moghal imparatoru Ekber (1556-1605), özel bir hükümet kanal departmanı kurdu ve Moghal imparatorluğunun zirvesinde, sulama için kullanılan suyun tam üçte biri insan yapımı kanallarda aktı. İslami imparatorluğun bir parçası olarak Hindistan, İslami astronomik gözlemevlerinin yayılmasında en belirgin şekilde İslami bilimi de tamamen özümsedi. İslam'ın kültürel ve kurumsal başarısı, Peygamber'in öğretilerinin dokunduğu alanlarda geleneksel Hindu biliminin ve öğreniminin sonunu getirdi. Geleneksel Hint kültürü, yoğun tarıma bağlı devletlerin ve zengin şehirlerin sınırları içinde, İslami olmayan güneyde devam etti. Örneğin Chola krallığı 800'den 1300'e kadar gelişti. Chola mühendisleri, nehirlere set çekmek ve 16 mil uzunluğunda yapay bir göl oluşturmak da dahil olmak üzere büyük ölçekte sulama işleri yaptı. Sulama tanklarından sorumlu özel komitelerde bürokratik denetim belirgindir. Bu tanklar, kurak mevsimde kullanmak üzere yağışlı mevsimde muson yağmurunu yakaladı. Güney Hindistan'daki Mysore'da 18. yüzyılda 38.000 tank ve 19. yüzyılda Madras'ta 50.000 tank kaldı. Bu cezbedici kanıta rağmen, merkezi tarım, bilim ve devlet himayesinin başlıca tezahürü Hindistan alt kıtasının kendisinde değil, Hint uygarlığının açık denizde Sri Lanka'ya ve Güneydoğu Asya'ya yayılmasında gerçekleşti.

S212 Bilim ve hidrolik uygarlık arasındaki bağıntılar, Budist Sri Lanka (antik Seylan) örneğinde açıkça görülmektedir. Efsanevi 'su kralları' tarafından kurulan, MÖ altıncı yüzyılda Hint anakarasından gelen istilalardan sonra adada mükemmel bir hidrolik uygarlık ortaya çıktı ve ayırt edici bir Sinhalese uygarlığı burada 1.500 yıl boyunca varlığını sürdürdü. Muson yağmurlarını toplamak için binlerce tank ve havzanın kullanılması, adanın kuzeyindeki kuru bölgede yayılan tarım ve tahıl üretimi. Hidrolik uygarlığın ayırt edici özellikleri de aynı şekilde ortaya çıktı: merkezi otorite, bir hükümet sulama departmanı, angarya emeği, tarımsal artıklar ve tapınaklar, tapınaklar ve on milyonlarca fit küp tuğla ile inşa edilmiş saraylar dahil anıtsal binalar. Mısır piramitleri. Büyük kentsel nüfus yoğunlaşmaları kaçınılmaz olarak bu gelişmelere eşlik etti. Gerçekten de, Polonnaruwa'nın ana şehrinin, MS on ikinci yüzyılda dünyanın en kalabalık şehri olarak sıralandığı bildirildi. Ayrıntılar yarım yamalak kalıyor, ancak kayıtlar, astronomi, astroloji, aritmetik, tıp, simya, jeoloji ve akustikte çalışmak için antik Sri Lanka'daki uzman bilgisinin kraliyet himayesini gösteriyor. Tapınak bilginlerine odaklanan bürokratik bir kast da var gibi görünüyor ve baş kraliyet hekimi önemli bir hükümet figürü. Hindistan'da Aśoka tarafından kurulan modeli takip eden devlet, önemli kaynakları hastaneler, yatakhaneler, dispanserler, mutfaklar ve tıp salonları gibi halk sağlığı ve tıbbi kurumlara yönlendirdi. Toplamda, Sri Lanka tipik bir yararlı, himaye edilen bilim modelini ortaya koyuyor. MS birinci binyılda erken bir tarihten itibaren Hintli tüccarlar Hint Okyanusu boyunca doğuya doğru yolculuk ettiler. Endonezya'daki Sumatra, Java ve Bali ile kapsamlı ticari temas ve deniz bağlantıları ve Sri Lanka'dan Budist misyonerlerle kültürel temas yoluyla, Güneydoğu Asya ve Malezya'da bir pan-Hint uygarlığı ortaya çıktı. Örneğin, Çinli bir gezginin üçüncü yüzyıldaki bir kaydı, modern Vietnam olan Funan krallığında Hint temelli bir yazının, kütüphanelerin ve arşivlerin varlığını bildirdi. Çin kültürel etkisini kuşkusuz kuzeyden uyguladı, ancak Hint etkisi bölgede baskındı ve MS dördüncü ve beşinci yüzyıllarda arttı. Hindistan'dan Brahman, yanlarında Hint yasalarını ve idari prosedürlerini getiren yerel yöneticiler olarak memnuniyetle karşılandı. Kast sistemi de geldi. Sanskritçe hükümet dili haline geldi ve dini yorumları öğrendi, Hinduizm ve Budizm baskın inançlar olarak bir arada yaşadı. Büyük Kamboçya veya Kmer imparatorluğu, Hint kültürel etkisinin bu genişlemesinin en dikkat çekici ve açıklayıcı örneğini sağlar. 802'den 1431'e kadar altı yüzyıldan fazla bir süredir müreffeh ve bağımsız bir krallık olan Kral Jayavarman VII (1181–1215 arasında hüküm süren) altındaki zirvesinde Khmer imparatorluğu, modern Kamboçya, Tayland, Laos'un bazı bölgelerini kapsayan Güneydoğu Asya'daki en büyük siyasi varlıktı. , Burma, Vietnam ve Malay Yarımadası. Khmer imparatorluğu, aşağı Mekong Nehri'nin alüvyonlu ovaları boyunca ortaya çıktı ve Khmer toplumunun büyük zenginliği, Güneydoğu Asya tarihindeki en önemli sulama altyapısından kaynaklandı. Yıllık muson, Mekong'u ve kollarını sular altında bıraktı ve Kamboçya Büyük Gölü (Tônlé Sap) doğal bir rezervuara dönüştü. Tutturulmuş su tekniklerini kullanarak, Khmer mühendisleri nehir sistemini kontrol etmek ve kurak mevsimde dağıtım için suyu tutmak için uzun setlere (barays denir) sahip devasa bir yapay göller, kanallar, kanallar ve sığ rezervuarlar sistemi inşa ettiler. 1150 yılına kadar 400.000 dönümlük (167.000 hektar) alan yapay sulamaya tabi tutuldu. Angkor Wat'taki Doğu Baray, tek başına 3,75 mil (6 km) uzunluğunda ve 1,25 mil (2 km) genişliğinde uzanıyordu. Mekong boyunca hidrolojik koşullar, Çin örneğinde gördüğümüz gibi, piyasaya sürüldüğünde dramatik etkiler yaratan olağanüstü bol mahsul olan pirinci yetiştirmek için idealdi. Böyle bir üretken yetenek, yoğun nüfus yoğunlaşmalarını, muazzam bir işgücünü ve zengin bir yönetici sınıfı destekledi.

S215 KALDIN