Bursa Uludağ Üniversitesi Fen-Edebiyat Fakültesi Felsefe Dergisi
Bursa Uludağ University Faculty of Arts and Sciences Journal of Philosophy

Araştırma Makalesi | Research Article
***Kaygı*, 23 (3), 212-247.**

Makale Geliş | Received: 01.07.2024
Makale Kabul | Accepted: 24.09.2024
Yayın Tarihi | Publication Date: 31.10.2024
DOI: 10.20981/kaygi.1508232

Fazilet Fatıma ALÇIK
Doktora Öğrencisi| PhD candidate
İstanbul 29 Mayıs Üniversitesi, Edebiyat Fakültesi, Felsefe Bölümü, İstanbul, TR
Istanbul 29 May University, Faculty of Literature, Department of Philosophy, Istanbul, TR
ORCID: 0000-0003-1727-4254
faziletalcik@gmail.com

Kant'ın Sonu Belirsiz Olana Doğru Sürekli Azalan Küçüklere Dair Görü Anlayışının Tespiti ve Günümüzde Yeniden Yapılandırılması

Öz: Kant'ın sistemi içinde, insan zihninin bütün bir birim olarak yakalayamadığı sonsuz küçüğü (Infinitesimal) kavramak nasıl mümkündür? Buna uygun bir görü var mıdır? Kalkülüsün 18. yüzyılda gelişmesiyle birlikte, bu iki kritik soru Kant'ın da yakından ilgilendiği sorular haline gelmiştir. Kalkülüsün gelişimi, fiziğin matematikselleştirilmesinde sonsuz küçüğün analizde kullanılmasını gerektirmiştir. Bu gereklilik; cebir anlayışı, uzayın yapısı, sonsuzun matematikte nasıl anlaşılması gerektiği ve süreklilik hakkında tartışmalara neden olmuştur. Kritik döneminde Kant, matematiği, sentetik a priori yargı çerçevesinde zamanın görüsü ve sayı şeması sayesinde birimlerin art arda inşası ile olanaklı kılarken kalkülüs için aynı ifadeleri kullanamaz. Tartışmalara cevap için *Grundlegung zur Metaphysische Anfangsgründe der Naturwissenschaft*'ı (1786) yazan Kant, öncelikle sonsuz küçük bölünmenin içinde mümkün olduğu bir uzay tasarımında bulunur. Fakat, sonsuz küçük büyüklüklerin bölünebilirliklerini sürekli maddenin parçalarına 'gerçek' (*Wirkliche*) bir uzaklık atfetmeden gerçekleştirdiğimizi ve bunu saf aklın ideası sayesinde yaptığımızı savunur. Burada, 'İdeanın sağladığı sonsuz sürekli bölünebilir maddenin olduğu uzay, görünün nesnesi haline nasıl gelecek?' sorusunu ele almamız gerekir. Bu nedenle bu makalede, aklın ideasının düzenleyici bir işlev içinde bunu nasıl mümkün kıldığı ve bu uzayın görüyle ilişkisinin nasıl kurulduğu soruşturulacaktır. Bu cevapları verirken Kant'ın *Transition From The Metaphysical Foundations of Natural Science to Physics* projesinde fark ettiği gedik (*Gap*) için 'Doğa biliminin genel a priori ilkeleri ampirik fiziğin spesifik sonuçlarına nasıl bağlanacak?' sorusuna nasıl yanıt verdiği açıklanacaktır. Geçiş Projesi'nde, Michael Friedman'a referansla, Kant'ın kurucu-düzenleyici işlevler ayrımını bulanıklaştırmak zorunda kaldığı gösterilecek ve aklın transandantal ideal olarak uzayın bütününün temsili bakımından kurucu olduğu tek rolün olup olmadığı açığa çıkarılacaktır.
Anahtar Kelimeler: Sonsuz Küçük, Uzay, Dışsal Görü, Süreklilik, Madde, Transandantal İdeal, Aklın İdesi.

Alçık, F. F. (2024). Kant'ın Sonu Belirsiz Olana Doğru Sürekli Azalan Küçüklere Dair Görü Anlayışının Tespiti ve Günümüzde Yeniden Yapılandırılması, Kaygı, Bursa
Uludağ Üniversitesi Fen-Edebiyat Fakültesi Felsefe Dergisi, 23 (3), 212-247.
DOI: 10.20981/kaygi.1508232

Determining and Reconstructing Kant's Conception of Intuition Regarding Infinitely Decreasing Smallness in the Modern Context[1]

Abstract: How is it possible to grasp the infinitely small, which the human mind cannot comprehend as a whole unit, within Kant's system? Is there an appropriate intuition for this? With the development of calculus in the 18th century, these two critical questions became issues of great interest to Kant. The development of calculus required the use of the infinitely small in the mathematization of physics. This requirement led to debates about the understanding of algebra, the structure of space, the conceptualization of infinity in mathematics, and continuity. During his critical period, Kant made mathematics possible through synthetic a priori judgments, enabled by the intuition of time and the construction of numbers in succession, but he could not apply the same terms to calculus. In order to solve this problem, Kant wrote *Grundlegung zur Metaphysische Anfangsgründe der Naturwissenschaft* (1786), where he first designs a conception of space in which the infinitely small division is possible. However, he argues that we perform the divisibility of infinitely small quantities without attributing 'real' (*Wirkliche*) distance to the parts of continuous matter and that we do this through the idea of reason. Thus, we need to address the question, 'How will the space in which matter is infinitely continuously divisible, provided by the idea, become an object of intuition?' Therefore, this paper will investigate how the idea of reason makes this possible within its regulative function and how this space is related to intuition. It will explain how Kant responded to the gap he identified in his *Transition From The Metaphysical Foundations of Natural Science to Physics* project, specifically addressing the question, 'How are the general a priori principles of natural science to be connected with the specific results of empirical physics?' By referring to Michael Friedman, it will be shown that Kant had to blur the distinction between constitutive and regulative functions in this *Transition Project* and will reveal whether there is a single role where reason, as a transcendental ideal, is constitutive in terms of representing the whole of space.
Keywords: Infinitesimal, Space, Outer Intuition, Continuity, Matter, Transcendental Ideal, Idea of Reason.

Giriş

> Cebir, tam anlamıyla, herhangi bir gerçek sayıdan
> bağımsız olarak, yalnızca verilen büyüklük oranları aracılığıyla,
> bilinmeyen bir büyüklüğün sayma (Alm. *Zahlen*) yoluyla
> üretilmesini bir kural altına alma sanatıdır.[2]

---

[1] Bu makalenin ilk araştırma dosyasını sunmuş olduğum ve çok kıymetli yorumlar aldığım XII. Mantık Çalıştayı'ndaki katılımcılara, çalışmamı yeterlilik makalesi haline getirdiğim süreçte benden yardımlarını esirgemeyen Ayhan Çitil ve danışmanım Emre Şan'a, makalenin son okumasını yapan ve yorumlarını benimle paylaşan Recep Demir'e, makalenin bir kısmını sunduğum Kant 300 Yaşında Sempozyumu'nda beni yüreklendiren kıymetli hocalarıma ve makaleyi birkaç defa tashih için okuyan arkadaşım Meldanur Paksu'ya teşekkürlerimi iletiyorum.

[2] Bu alıntı, Kant'ın Rehberg'e yazdığı mektubun taslağının 14, 54.9-13 kısmında geçmektedir. İngilizce tercümesi için bk. Michael Friedman, *Kant and the Exact Sciences*. Harvard University Press, 1998, s. 110.

17-18. yüzyıl matematiğinde, Öklid'den bu yana, cebirdeki gelişmelerin geometrik kanıtla doğrulanmadıkça geçerli kabul edilmemesi, sonsuz küçüklerin (İng. *Infinitesimal*) analize dahil edilmesi konusunda tereddüt doğurmuştur. Fizik bilimi çerçevesinde 18. yüzyılda, Newton'ın 'değişen nicelikler', Leibniz'in ise 'atanamayan nicelikler' olarak sonsuz küçükleri kullanması, kalkülüsün gelişiminde etkili olmuştur. Fakat bu kullanım, tüketilemeyen ve sonsuza kadar sürekli devam eden bir küçülmenin geometrik olarak nasıl gösterileceğine dair bir zorluk oluşturmuştur. Bu zorluk, 19. yüzyılın ikinci yarısında sonsuz küçük analizin limit olarak ele alınmasına kadar sürmüştür. Burada odaklanacağımız esas soru; insan zihninin bütün bir birim olarak yakalayamadığı sonsuz küçük bölünmeyi kavramanın nasıl mümkün olduğu ve buna uygun bir görünün olup olmadığıdır. Bu yazıda iki zorluğa, Kant çerçevesinde nasıl cevap verilebileceği araştırılacaktır. Bu tartışmaların 18. yüzyıldaki haline şahit olduğu için 'Kant hangi matematiksel uygulama paradigmalarını biliyordu?' sorusu eşliğinde bir okuma yapılacaktır. Nitekim geometrik kanıta sadık olan Kant'ın dönemine denk gelen kalkülüsün gelişimi; cebir anlayışı, uzayın yapısı, sonsuzun matematikte nasıl anlaşılması gerektiği ve süreklilik hakkında tartışmalara neden olmuştur. Birbiriyle ilişkili olan bu kavramlar, öncelikle sonsuz küçük bölünmenin içinde mümkün olduğu bir uzay tasarımını gerektirmektedir. Çünkü, 18. yüzyılda hâkim olan Leibnizcilerin basit tözler olan monadlara bağlılığın doğurduğu sonsuz uzay ve Newtoncıların doğa bilimlerine sadık mutlak uzay anlayışı arasında bir fikir ayrılığı oluşmuştur. Kant'ın uzay-zaman görüsüne dair açıklamaları, bu tartışmayla doğrudan ilişkilidir. Tartışmada Kant, sonraki çalışmalarında monadları kabul etmeyerek Newton'a yakın bir pozisyonu seçmiş, fakat Newton'ın mutlak uzay fikrini benimsememiştir. Mutlak uzayı, Newton sisteminde gerçek bir deneyim nesnesi olarak görülmesinden ötürü reddetmiştir. Bununla beraber, sonsuz küçüklükteki sonu belirsize doğru sürekli azalan yapıyı sağlamak için uzaydaki maddi tözlerin tüm parçalarının, tıpkı kapladıkları alan gibi, sonu belirsize doğru bölünebilir olması gerektiğini savunur. *Metaphysical Foundations of Natural Science (*Alm. *Grundlegung zur Metaphysische*

Anfangsgründe der Naturwissenschaft) (1786) eserindeki Mekanik ve Dinamik bölümlerinde sıkça sonsuz küçük büyüklüklere atıfta bulunan Kant, bu uzay tanımıyla tartışmalara neden olur. Söz konusu tartışma, Kant'ın *Critique of Pure Reason* (Alm. *Kritik der reinen Vernunft*) (1781) eserinde aktüel sonsuza karşı çıkarak yaptığı uzay açıklamaları arasındaki gerilimden doğar. *Birinci Kritik*'in B baskısında Newton gibi sürekli büyüklüklerin hareket tarafından üretildiğini savunarak anlık hızı, "Hem sürekli azalan hem de diğer tüm hızlardan daha küçük" olarak tanımlar, fakat bu tanım da benzer bir soruna yol açar. Sürekli azalan hızın tüm hızlardan daha küçük olması, her tespit edildiği anda daha küçüğü geldiği için sorunludur. Kant, bu sorunun çözümü için *Metaphysical Foundations'*da, bir akışkanın (İng. *Fluent*) sürekli değişim oranını temsil etmek için 'nokta gösterimi'ni geliştiren Newton'ın akışlar (İng. *Fluxions*) yöntemini kullanır. Fakat bu sefer de her tespit edildiğinde daha küçüğü ile karşılaşılan sonsuz küçük gibi inşa edilemeyen durumlar için Kant'ın hangi açıklamasını kabul edeceğimiz tartışmalı hale gelir. Matematiğe dahil edilen, sonsuz küçük gibi inşa edilemeyenler ile, *Birinci Kritik*'te sentetik a priori yargı ile tanımlanan zamanın görüsü ve sayı şeması sayesinde birimlerin art arda inşası ile matematiğin nesnelerinin inşa edilebilir olması çakışır. Bu makalede, 5+7=12 işlemindeki inşa edilebilirlik ile sonsuz küçüğün matematiğe dahil edilmesine dair görünüşteki bu çakışmanın, Kant'ın kendi açıklamalarına göre her iki yönden de daha derinde olduğu gösterilecektir.

Bizce daha derindeki sorun şudur: Duyumsanır alanda deneyimleyemeyeceğimiz ancak duyumsanır alana dair fizik bilimi için matematik hesaplamada kullanılması gereken sonsuz küçük, Kant için hangi görüyle mümkündür? Uzay görüsü mü, zaman görüsü mü? Bu sorunun sağlıklı cevabı için önce Kant'ın dönemi içinde, daha sonrasında günümüz matematik anlayışı çerçevesinde cevap aranacaktır. Bu sayede Kant'ın verdiği cevapların günümüz için ne kadar geçerli olduğu tartışılabilecektir.

1. Sonsuz Küçük Hesaptaki Gerekliliğin Koşulu Olarak Kant'ın Uzay Anlayışı

Aklın ürettiği kavramlara gerçeklik atfeden klasik metafiziği, sentetik a priori bilimin dışında bırakan Kant, aklın gerçek anlamdaki sonsuzun bütününü kavramakta kendi sonluluğundan ötürü daima yetersiz kalacağını savunur (Kant 1998: B111). Bu nedenle 18. yüzyılda kalkülüsün gelişimi, Kant için önemli bir sorunu gündeme getirir. Tüketilemeyen, sonlu adımda sıfıra ulaşamayan ve birimlerin art ardalığı ile inşa edilemeyen sonsuz küçük, Kant'ın *Prolegonema*'da sorduğu 4 soru çerçevesinde nasıl cevaplandırılacaktır? "Saf Matematik nasıl olanaklıdır? Saf Doğa Bilimi nasıl olanaklıdır? Metafizik nasıl olanaklıdır? Bilim olarak Metafizik nasıl olanaklıdır?" (Kant 2002: 28). Soruları sırayla takip edecek olursak saf matematiğin olanaklılığı, bizi sonsuz küçük için nasıl bir a priori görünün (Alm. *Anschauung*) olanaklı olacağı sorusuna götürür. "Şeyleri a priori görmemizi sağlayan, sadece duyusal görünün biçimi" olduğu için matematik yapmayı sağlayan sentetik a priori yargının olanaklılığı da Kant tarafından duyusal görü ile gösterilmiş olur (Kant 2002: 32). Duyusal görünün biçimi, a priori görmemizi sağlıyorsa sonsuz küçük nasıl olanaklıdır? *Infinitesimaler* yerine *Unendliche kleiner* (İng. *Infinitely small*) kavramını kullanan Kant, sonsuz küçük büyüklükleri 'hem diğerlerinden daha küçük hem de sıfır olmayan bir nicelik atfederek' tanımlar (Sutherland 2021a: 178). Sıfıra ulaşamayan bu nicelik, sürekli daha küçüğüne bölündüğü için sonsuz bir küçüklük oluşturur. Burada sonlu olmayan bir niceliği, Kant'ın neden reddetmeyi ya da Euler gibi sıfıra eşitlemeyi tercih etmediğini sormak gerekir. Newton'ın *Philosophiæ Naturalis Principia Mathematica* (1687) eserinde fizik bilimi için kullandığı sonsuz küçük hesabının izinden giden Kant, *Metaphysical Foundations of Natural Science*'ı kaleme alır. Eser; Kinematik (İng. *Phoronomy*) Dinamik (İng. *Dynamics*), Mekanik ve Fenomenoloji olarak dört bölümden oluşur. Eserde, "sonsuz küçük hakkındaki en açıklayıcı yorumlar, Dinamik'in 4. ve 8. önermelerinde yer alır" (Sutherland 2021a: 179). Sonsuz küçük, sürekli yavaşlatılan ve hızlandırılan bir cismin anlık hızını ölçmede, sıkıştırıldıkça artan ve genişledikçe azalan elastik bir maddenin parçalarının itme kuvvetlerinin matematiksel olarak temsil edilmesinde kullanılır. Fizikteki kullanım nedeni anlaşılır olsa da bunun nasıl mümkün olduğu zor bir sorudur. Bu soruya odaklanan Kant'ın sonsuza dek küçülen bir ifadeyi kabul ettiği anda, bunu mümkün kılan bir görüyü ya da düşünülür bir gerçekliği de tanımlaması gerekir.

Zaman görüsünün art ardalığı, sonsuz küçük büyüklüğün sürekliliğini veremediği için Kant'ın uzay görüsüne başvurması gerekmiştir. Böyle bir görüyü mümkün kılacak bir uzayın nasıl olması gerektiğini *Critique of Pure Reason*'da açıklığa kavuşturur: "Sonsuz bölünme yalnızca sürekli parçacık (Lat. *quantum continuum*) olarak görünüşü belirler ve uzayın tamamlanmasından ayrılamaz; çünkü sonsuz bölünebilirliğin nedeni tam da burada yatmaktadır" (Kant 1998: A527-B555). Bununla beraber uzayda "boşluğu dolduran (görünüşteki) diğer her gerçeklik, bu boşluğun en küçük parçasını bile boş bırakmaksızın, derecelerini sonsuza kadar azaltabilir ve yine de boşluğu bu daha küçük derecelerle, daha büyük olan başka bir görünüş kadar doldurabilir" (Kant 1998: B216). Burada sonsuz bölünebilirliğin imkânını incelemeden önce dışsal görüyü ve uzayı tanımlamak gerekir. Kant için; "Dış duyu (duyarlığın zorunlu formlarından birisi) aracılığıyla nesneleri kendimize dışımızda ve bunların hepsini uzayda temsil ederiz. Burada onların şekilleri, büyüklükleri ve birbirleriyle olan ilişkileri belirlenir ya da belirlenebilir" (Kant 1998: A22-B37). Fakat burada kastedilen ampirik bir uzay değildir. Kant'ın söz ettiği uzay; "tüm dış görülerin temelinde yatan zorunlu bir a priori temsildir... Bu nedenle, görünüşlere bağlı bir belirlenim olarak değil, görünüşlerin olanağının koşulu olarak görülmelidir ve zorunlu olarak dış görünüşlerin temelinde yatan a priori bir temsildir" (Kant 1998: A24-B38). Hatta B275'te "içsel deneyimimizin bile yalnızca dışsal deneyimin ön varsayımı altında mümkün olduğu"nu savunur (Kant 1998). Oysa Kant'ın zaman görüsünü daima öncelediği ve temele yerleştirdiği de söylenebilir. Zaman, tüm fenomenlerin koşulu olarak "nesnel doğruluğa ve a priori evrenselliğe" sahiptir (Kant 1998: B52). Üstelik zamanın "tüm görülerin temelinde yatan zorunlu bir temsil" olduğunu görürüz, zira "zaman ortadan kaldırılamaz" (Kant 1998: A31). Bu iki ifade biçimi sonsuz küçük için hangi görünün temele yerleştirileceğine dair görünüşte bir çelişki doğurur.

Kant'ın sonsuz küçük açıklamasında, neden aritmetik için gerekli olan zaman görüsüne başvurmadığı sorulabilir. Bu görünüşte çelişki oluşturan uzay-zaman görüsünü daha iyi anlamak için Kant'ın hangi matematiksel uygulama paradigmalarını bildiği ve takip ettiği üzerine odaklanmak yararlı olacaktır. Çünkü bizce Kant'ın uzay görüsüne olan vurgusu geometrik kanıtın önceliğine dair hâkim görüşten kaynaklanır. Sutherland'ın ifade ettiği şekliyle, geometrik bir kanıt, kanıtlama adımlarında geometrik hareket yordamlarının kullanıldığı kanıtlama çeşididir (Sutherland 2021a: 164). Bu kanıtlama biçimi, Öklid'e dayanır. Sutherland'ın okumasına göre, bu yöntemi kullanan Kant "akışkan (İng. *Fluxional*) kalkülüs ve onda sonsuz küçüklerin yarattığı zorlukları ele alma girişiminden esinlenerek, sürekli bir figüratif sentez üzerine kurulu bir biliş teorisi geliştirmiştir" (Sutherland 2004: 183). Bu okumaya katılmakla birlikte Kant'ın 'figüratif sentez'i tercih etmesinin nedenini, Öklid geometrisine sadık kalması olarak açıklayabiliriz. Nitekim Kant'ın takip ettiği matematik paradigması, "Öklid'in *Elementler*'i ve onun 18. yüzyıl varyantları üzerine modellenmiştir" (Hintikka 1981: 203). Hintikka burada, Öklid'in doğrudan açıklama yapmaktansa "ABC bir üçgen olsun… ABC, BCA ve CAB'nin üç iç açısının iki dik açıya eşit olduğunu söylüyorum" cümlesinde olduğu gibi, *ekthesis* denilen örnekleme ile başladığını ifade eder (Hintikka 1981: 204). Örneklemenin ardından önerme 32'de "CE, AB doğrusuna paralel olarak C noktasından çizilsin" ifadesindeki gibi yeni bir geometrik nesne eklenir ve bu yardımcı yapının ardından kanıt (Greek. *Apodeiksis*) gelir (Hintikka 1981: 204). Bu açıklamasıyla Hintikka, söz ettiğimiz görü tartışmasında geometrik görünün ve sentetik yapının yalnızca yardımcı yapılarda bulunduğunu ve esas olan kanıtın analitik olduğunu savunur. Hintikka için Öklid'in ve Kant'ın geometrik görü merkezinde kanıtlama yaptıklarına dair söylemi, esas kanıtın analitik olması nedeniyle hem Öklid'in hem de Kant'ın, kendisiyle çekilmesine neden olur. Bxiii'ye referansla Kant'ın dışsal görüyü dışladığını savunan Hintikka, görüyü dışsallıktan ve ayrı bir yeti ya da bilgi kaynağı olarak görmekten ziyade onu içsellikle ilişkilendirir ve kesinlikle analitik olduğunu dışlayan yorumu kabul etmez (Hintikka 1981: 211).

Ona göre Kant, matematiğin analitik bir yargı olduğu fikrini tamamen reddetmemiştir. Fakat Kant'ın döneminde ve öncesinde analitik ve geometri arasında şimdi olduğu gibi kesin bir ayrım yapmak mümkün değildir. Hintikka'nın bu hamlesi, Frege ve Russell tarafından geliştirilen ve Carnap, Quine ve Hintikka'nın hocası Georg Henrik von Wright tarafından sürdürülen felsefedeki analitik eğilimi temsil ettiğinin bir göstergesidir. Öncelik ve temel ilişkisi açısından iç içe geçmiş olan uzay ve zaman görüsünü analitik kanıta hizmet etmesi bakımından ikincil bir konuma yerleştirmek Kant sistemi için doğru bir okuma olmayacaktır. Üstelik aritmetik, Kant için sentetik yargı ile mümkündür, bu haliyle analitik değildir. Görünün bu durumdaki konumu için Kant'ın matematik ve cebir ayrımına gitmemiz gerekir:

> Matematik, geometride olduğu gibi yalnızca büyüklükler (İng. *Quanta*) inşa etmekle kalmaz, aynı zamanda cebirde olduğu gibi salt büyüklükler (İng. *Quantitate*) de inşa eder; burada böyle bir büyüklük kavramına uygun olarak düşünülmesi gereken nesnenin yapısından tamamen soyutlanır. Bunun üzerine, genel olarak tüm büyüklük yapıları (toplama, çıkarma vb. için sayılar), köklerin çıkarılması için belirli bir adlandırma (Alm. *Bezeichnung*) seçer; ve çeşitli oranlarına göre büyüklüklerin genel kavramını da belirledikten sonra, belirli genel kurallara uygun olarak büyüklüklerin üretildiği ve değiştirildiği tüm işlemleri görüde sunar… Böylece sembolik bir yapı aracılığıyla -tıpkı geometrinin (nesnelerin kendilerinin) göstergesel (İng. *Ostensive*) ya da geometrik bir inşasıyla yaptığı gibi- salt kavramlar aracılığıyla çıkarıma dayalı (İng. *Discursive*) bilginin asla ulaşamayacağı şeye ulaşır (Kant 1998: A717-B745).

Burada Kant, "Görünün Aksiyomları"nda nicel büyüklükleri *quanta*, kavramsal büyüklükleri ise *quantitate* olarak adlandırır. Görüldüğü üzere, matematiği sadece cebir ve aritmetik olarak ele almamak gerekir. Buradaki alıntıyı, matematiği bir üst yapı kabul ederek okursak geometri de onun kapsamı altında olacaktır. Bu durumda matematik hem nicel hem de kavramsal büyüklükler inşa eder. Nitekim "anlama yetisi kavramı olarak kavramsal büyüklüğün saf şeması, birimin (homojen) birime art arda eklenmesini birleştiren (Alm. *zusammenbefasst*) bir temsil olan sayıdır" (Kant 1998: A142-143/B182). Fakat "saf görüde 'sayı-büyüklükler' inşasına dayanan aritmetik ile "görünün anlama yetisi tarafından kavramlar aracılığıyla belirlenmesini gerektiren sembolik inşaya dayanan cebiri" ayırmak gerekir (Sutherland 2021b: 47). Bununla beraber "dış duyuların tüm nicel büyüklüklerinin saf görüntüsü uzay, genel olarak duyu nesnelerininki ise zamandır" (Kant 1998: A142-B182). Dolayısıyla Kant için, nicel büyüklük; somut, nicel, geometrinin inşasını mümkün kılan, sonsuz bölünmenin sürekliliğini sağlayan, nesnenin kendisiyle ilgilenen, göstergesel olandır. Kavramsal büyüklük ise sembolik, inşasında zamansal unsur olan ve sayı inşasını ve cebiri mümkün kılan nesnenin yapısından soyutlanandır.

Quanta	Quantitas
Somut-nicel	Kavramsal-sembolik
Geometrinin inşasını mümkün kılan (uzay)	İnşasında zamansal unsur olan
Sonsuz bölünmenin sürekliliğini sağlayan	Cebiri mümkün kılan
Göstergesel (Ostensive)	Nesnenin yapısından soyutlanan

Tabloda da görüldüğü üzere Kant, sonsuz küçük uzayın yapısını nicel büyüklük alanında temellendirir. Fakat burada bir sorunla karşılaşırız. Sorun; 19. yüzyılda 'büyüklükler' yerine 'sayı'nın matematiğin merkezine gelmesi, aritmetiğin reel sayıları da içine alması ve cebirin geometriden ayrılması sonucunda (Sutherland 2004: 158); Kant'ın nicel büyüklük alanına yerleştirdiği sonsuz küçüğün kavramsal büyüklük alanında art arda inşa ile olmasa da hesaplanabilir hale gelmesidir.

Sorunu ele almadan önce Kant'ın büyüklükten ne kastettiğini netleştirmek gerekir. Çünkü Kant'ın büyüklük anlayışı büyük ölçüde Yunan geleneğinden yani Öklid'den gelmektedir. Örneğin biz "bastonun dört ayak uzunluğunda bir büyüklüğe sahip olduğunu" düşünürken Kant, "bastonu bir büyüklük olarak düşünür" (Sutherland 2004: 158). Büyüklüğü bu şekilde somut ele alan Kant'ın, büyüklüğü genel olarak görüde homojen bir manifold olarak tanımlaması, homojen büyüklüklere dair Yunan anlayışını benimsediğini gösterir (Sutherland 2004: 161).

Homojen büyüklük ifadesi, "Eudoxus'a atfedilen ve Öklid'in *Elementler*'inin 5. ve 7. kitapları aracılığıyla bildiğimiz oran teorisinden türemiştir" (Sutherland 2004: 161). Öklid, 5. kitap tanım 3'te şöyle der: "Oran, iki homojen büyüklük arasında büyüklük açısından bir tür ilişkidir" (Sutherland 2004: 161). Yunan geleneğinden gelen bu homojen büyüklük anlayışı Kant'ta uzamlı (İng. *Extensive*) ve yoğun (İng. *Intensive*) büyüklükler olarak ikiye ayrılır.

Kant için Aksiyomların İlkesi'ne göre, "Tüm görüler uzamlı büyüklüklerdir" ve Öngörülerin İlkesi'ne göre "Tüm görünüşlerde duyum nesnesi olan gerçek; yoğun büyüklüğe, yani dereceye sahiptir" (Kant 1998: B202-207). Uzamlı büyüklüklerde, matematikte olduğu gibi parçaların inşasına ihtiyaç vardır, oysa yoğun büyüklükler için bu gerekli değildir. Yoğun bir büyüklük bir manifold içerir, ancak bunun kavranması "parçalardan bütüne doğru ilerlemez", ışığın yoğunluğunda olduğu gibi (Kant 1998: A168-B210). Bununla beraber Kant, tüm görünüşlerin "hem uzamlı büyüklükler olarak görülerinde hem de yoğun olanlar olarak salt algılarında (duyum ve dolayısıyla gerçeklik)" sürekli olduğunu savunur (Kant 1998: A170-B212). Sutherland'ın vurgusuna göre süreklilik, "hiçbir parçasının en küçük olmadığı (hiçbir parçasının basit olmadığı) büyüklüklerin özelliğine" denir (Kant 1998: Sutherland 2021b: 98). Bununla beraber "süreklilik ilkesi, görünüşler (değişimler) dizisinde herhangi bir sıçramayı (Lat. *in mundo non datur saltus*) yasakladığı gibi, uzaydaki tüm ampirik görülerin toplamında iki görünüş arasındaki herhangi bir boşluğu ya da yarığı da (Lat. *non datur hiatus*) yasaklar" (Kant 1998: A229-B282). Süreklilikle beraber büyüklük tanımları, yukarıda uzay tanımında geçen "sonsuz bölünme yalnızca sürekli parçacık olarak görünümü belirler" ifadesini anlamamızı sağlayacaktır. Üstelik Kant, uzayın "uzamlı boyut veya nicelikte bir azalma olmaksızın sonsuz derecede daha küçük olabilen bir dereceye (direnç veya ağırlık) sahip" olduğunu savunur (Kant 1998: B216). Peki böyle bir uzay, nasıl olanaklıdır? Kant'ın *Metafizik Temeller* eserine baktığımızda 18. yüzyılda hâkim olan Leibnizciler ve Newtoncılar arasında doğa bilimleri-metafizik arasındaki tartışmayı görürüz. Friedman'ın eserin önsözünde ifade ettiği üzere, Kant, bu tartışma için önce *Fiziksel*

Monadoloji (1756) eserinde bir uzlaşma önerir (Kant 2004: xi). Leibnizci nihai basit tözlere ya da monadlara olan bağlılık, uzayın sonsuz bölünebilirliği ile mükemmel bir şekilde tutarlıdır. Ancak Kant, *Metafizik Temeller*'de Leibniz'in monadları sonlu sayıda olduğu için bu görüşü terk eder. Bunun yerine maddenin ya da "maddi tözlerin tüm parçalarının, tıpkı kapladıkları alan gibi, sonsuza kadar bölünebilir" olması gerektiğini savunur (Kant 2004: xi). Fakat bu açıklama, Kant'ın bütün olarak deneyimde görü nesnesi haline getirilemeyen sonsuz fikrine karşı çıkışı ile çelişmez mi? Bu açıklama bizi bir tür sonsuz gerilemeye (Alm. *Regressus*) götürmez mi?

Kant bu sorunu, *Metafizik Temeller*'in "Dinamikler" bölümünde, *Birinci Kritik*'in Saf Aklın Antinomisi'nde savunduğu transandantal idealizme başvurarak çözmeye çalışır. Kant, nasıl (birinci antinomiye uygun olarak) Newtoncı anlamda gerçek bir nesne olarak düşünülen mutlak uzayı, giderek daha fazla genişleyen göreli uzaylara doğru asla tamamlanamayacak ampirik bir gerileme lehine kararlı bir şekilde reddediyorsa, aynı şekilde (ikinci antinomiye uygun olarak) Leibnizeci-Wolffçu monad anlayışını, sürekli dağılmış maddenin giderek daha küçük parçalarına doğru asla tamamlanamayacak ampirik bir gerileme lehine basit 'fiziksel noktalar' olarak kararlı bir şekilde reddeder (Friedman 2013: 535). Buna ek olarak, maddi tözün sonsuz bölünebilirliği anlayışında, bu duruma karşılık gelen ampirik gerilemenin sınırı olarak yalnızca sonsuz küçük 'uzay ideasını' çağırır. Burada Kant, sonsuza kadar bir gerileme ile (Lat. *in infinitum*), sonu belirsize kadar uzanan bir gerileme (Lat. *in indefinitum*) farkını netleştirir:

> Eğer bütün ampirik sezgide verildiyse, o zaman içsel koşullarının serisindeki gerileme sonsuza kadar gider. Ama eğer serinin sadece bir üyesi verilmişse, ki buradan mutlak bir bütünlüğe doğru gerileme her şeyden önce ilerleyecektir, o zaman sadece belirsiz bir tür gerileme (Lat. *indefinitum*) gerçekleşir (Kant 1998: A512-B540).

Kant bu ayrımı ile gerçek anlamda bir sonsuz gerilemeyi değil, belirsiz bir gerilemeyi savunarak 19. yüzyılın ikinci yarısında matematikte limit olarak adlandırılan anlayışı çağrıştırır (Bell 2022). Dolayısıyla burada Sutherland'ın Kant'a referansla vurguladığı 'figüratif sentez'i "ne kadar küçük olursa olsun, herhangi bir çizgiyi, onu düşüncede çizmeden… kendimize temsil edemeyeceğimiz" savunusuyla bir daha ele almak gerekir (Kant 1998: A162-162-B203). Düşüncede çizmek için sayı doğrusu gibi figüratif bir sentez kullanılır. Dolayısıyla Kant, bir çizgi çiz denildiğinde bunu, ne kadar küçük olursa olsun ifadesinden ötürü olsa gerek, sonsuz gerileme bağlamında tekrar açıklar ve çizgiyi hiçbir zaman onu uzatmaya son vermeyin anlamında *infinitum* değil, onu dilediğinizce uzatın anlamındaki *indefinitum* olarak kullanır (Kant 1998: A511-B539). Dolayısıyla bizce burada art arda inşayı sağlayan kavramsal büyüklük için nicel ve yoğun büyüklüğe başvurulmuştur. Nitekim Sutherland'ın bu pasajın yorumuna göre, Kant için gerçek bir gerilemenin çözülmesi, onun belirsiz olarak ele alınmasına bağlıdır (Sutherland 2021b: 101). Fakat bu çözüm, belirsiz olanın matematikte belirlenebilir olarak nasıl ele alınacağı sorusunu açıkta bırakır.

2. Sonsuz Küçükteki Sürekliliğin İfadesi İçin Dışsal Görünün Gerekliliği ve Aritmetiğin Önceliği Tartışması

Günümüz matematiğinde, 18. yüzyıldan itibaren sayıların merkeze yerleştirilmesiyle "somut büyüklükler çevresel olarak alınmaya başlanmış" ve 19. yüzyılda matematiğin aritmetikleşmesi, reel sayıların cebire dahil olmasına, dolayısıyla kalkülüsün Kant'ın aksine analitik olarak ele alınmasına neden olmuştur (Sutherland 2004: 158). Bu durumda Kant'ın kendi döneminde sonsuz küçükler hakkındaki açıklamasının hangi görüye denk geldiğini tespit edersek günümüze uygunluğuna da bakabiliriz.

Kant için madde ya da maddi töz sonu belirsize doğru bölünebilir ama deneyimde asla sonsuza kadar bölünmez. Öyleyse *indefinitum* anlamında sonsuz bölünebilirlik, deneyimde mümkün değilken buna dair bilgi nasıl olanaklıdır? Kant bu soruya daha önce açıkladığımız dışsal görü bağlamında cevap verir. Uzay, görünüşlerin olanağının koşulu olduğu için dış görülerin temelinde yatar. Üstelik "uzayın temsili, dış görünüşün ilişkilerinden deneyim yoluyla elde edilemez; aksine, bu dış deneyimin kendisi ilk etapta yalnızca söz konusu temsil aracılığıyla mümkündür" (Kant 1998: A23-B38). Bunun yanında Kant, 4:447'deki vurgusuyla, "transandantal felsefenin soyut kavram ve ilkelerini somut olarak gerçekleştirebilmemizin ya da örnekleyebilmemizin tek yolunun tam olarak dışsal görünün nesneleri -uzayda hareket edebilen olarak madde- olduğunu" öne sürer (Kant 2004: xx). Bu ifadeleri, B52'deki tüm fenomenlerin koşulu olarak ele alınan zaman görüsü ve "dış duyuların temsillerinin (iç görü) içinde zihnimizi meşgul ettiğimiz uygun malzemeyi oluşturduğu" savunusu ile birlikte okursak Kant için bir öncelik sonralık ilişkisi kurmanın mümkün olmadığını görürüz (Kant 1998: B67). Fakat, her ikisinin de farklı açılardan hayâti rolleri olduğunu görürüz. *Birinci Kritik*'te Kant, uzay ve zamanın sürekli parçacıktan oluştuğunu savunurken zamanda belirlenimler olduğu için büyüklükleri akan (Alm. *fließende*) olarak nitelendirir (Kant 1998: A170-B211-212). İlginç olan kısım şudur ki, Kant burada, "uzay tek başına devamlı olarak (kalıcı) belirlendiği, zaman ve içsel anlamda olan her şey sürekli olarak aktığı" için şeylerin nesnel geçerliliğinde dışsal görüye başvurmanın gerekliliğini savunur (Kant 1998: B291). Üstelik görüde değişimi ortaya koymak için uzaydaki değişim olarak hareketi örnek almamız gerekir. Ancak Aristoteles'te olduğu gibi hareketi anlamak için de zaman gereklidir. Burada bir iç içe geçmişlik söz konusudur. Ne var ki, kaynağı Newton olan akış vurgusuna döndüğümüzde bir sorunla karşılaşırız. Nitekim Sutherland'ın da vurguladığı üzere Kant'ın hatası, "Newton'un akış teorisini süreklilikle ilgili endişelere bir çözüm olarak eleştirmeden benimsemek" ve "geometrik ve kinematik temsilleri, doğa bilimleri ve matematik için zorunlu olarak almak" olmuştur (Sutherland 2021a: 163). Akış teorisinin devreye girmesi, en başta yer verdiğimiz sonsuz küçüklerin analize dahil edilmesi sorununa, Newton'un bulduğu çözüm olarak 'nokta gösterimi'ni kullanmasıyla sağlanmıştır. Üstelik Newton da Yunan matematiğini takip ederek asal ve nihai oranlara ilişkin açıklamalar öne sürmüş ve "sürekli azalan sonlu niceliklerin oranlarının temsili aracılığıyla bir sınırın değerlerini açıklayan modern limit kavramımızın habercisi" olmuştur (Sutherland 2021a: 160). Buna rağmen Kant'ın, Newton'un matematik anlayışına tam katılmadığını görürüz. Bunun nedenini öğrenmek için aritmetiğin merkeziliği tartışmasını açıklığa kavuşturmamız gereklidir.

Kant için sonsuz küçüklerin belirlenmesinde, uzay ve zaman görüsü arasında bir öncelik-sonralık ilişkisini kuramayacağımızdan bahsetmiştik. Peki, zaman görüsü sayesinde aritmetiğin inşa edildiğini kabul ettiğimizde, aritmetik ve geometri arasında öncelik-sonralık ilişkisi kurulabilir mi? Burada öncelik ilişkisi kurmadan şöyle bir okuma önerilebilir; aritmetik yani doğal sayılara dair işlemler, matematik ve geometride analiz-hesap söz konusu olduğunda gerekli bir temel oluşturur. Fakat, bunlar evrensel değil tekil önermelerdir. Buradaki referansımız Kant'ın Görünün Aksiyomları'ndaki savunusudur: 7+5=12 gibi doğal sayılara dair işlemlerde önerme sentetiktir, ancak geometrideki gibi evrensel değildir ve bu nedenle aksiyomlar olarak değil 'sayısal formüller' olarak adlandırılırlar (Kant 1998: B205). Dolayısıyla doğal sayıların inşası gerekli bir temeldir, ancak yeter koşul sağlamazlar. Bu durumda, Brittan'ın aksine, herhangi bir büyüklüğün hesaplanmasıyla ilgili olarak aritmetik daha genel olduğu için ve hesaplamanın dayandığı temel aritmetik işlemlerin yinelenmesi geometri tarafından da varsayıldığı için aritmetiğin geometriye önceliğini öne süremeyiz (Britain 1992: 326). Burada zamansal öncelikten bahsetmenin zorunlu olmadığını öne sürmek gerekir. Brittan'ın referans verdiği şekliyle Kant'ın aritmetik ile genel aritmetiği birbirinden ayırdığı ve ikincisini cebirle eşleştirdiğini hatırladığımızda, bir zamansal öncelikten söz edildiğini göremeyiz (Britain 1992: 328). Kant, "*Doğal Teoloji ve Ahlakın İlkeleri Üzerine Soruşturma*"nın İlk Yansıma'sının ikinci bölümünde genel aritmetiğin belirsiz büyüklüklerle, özel aritmetiğin ise sayılarla (büyüklüğün birliğe oranının belirli olduğu)" ilgili olduğunu savunur (Britain 1992: 328). Kant'ın ifadesiyle uzayda nesnelerin şekilleri, büyüklükleri belirlenebilir olsa da hepsinin belirlenebilir olduğu ya da tam belirlenebilirliğin yakalanabileceği iddia edilmez. Nitekim Friedman da Kant'ın bu ifadesini, "sayılar aritmetiğinin yalnızca rasyonel büyüklüklerle ilgilendiği, oysa genel aritmetik ya da cebirin irrasyonel ya da ölçülemeyen büyüklüklerle de ilgilendiği" şeklinde okur (Britain 1992: 328). Ne var ki, bu ifadelerden Brittan'ın yaptığı gibi Kant'ın cebirsel sonuçlar için geometrinin gerekli olmadığı sonucuna varılamaz (Britain 1992: 330). Çünkü birinci bölümde, Kant'ın Yunan ve Öklid geometrisine ne kadar bağlı olduğunu gösterdik. Bu bağlamda Kant'ı, cebir söz konusu olduğunda nesneden bir soyutlama gerçekleştiği için görünün gerekliliğini şart koştuğunu unutmadan okumamız gerekir. Cebirin eksik belirlenmişliği üzerine gidersek Brittan'ın "akıl yürütmesinin baştan sona görü tarafından yönlendirildiği"ni savunduğunu görürüz. Bunun nedenini de geometri ve aritmetiğin tersine "cebirde gerçekleştirdiğimiz çeşitli kombinatoryal işlemlerin sembolik sonuçları şeklindeki iddiaların, nesneleri 'kontrol' etmesi" olarak gösterir (Britain 1992: 331). Bu sayede cebir bize "ampirik uygulamalarıyla doğrulanan bir dünya biçiminin ana hatlarını verir" (Britain 1992: 332). Dolayısıyla doğal sayılar temel bir zemin olsalar da belirlenebilir olmayanları yakalayamadığı, tekil önermeler olduğu ve en önemlisi de temele sadece matematiği koyamayacağımız için kendi başına yeterli değildir.

Kant'ın tanımladığı şekliyle madde, saf görüde inşa edilemez. Çünkü Kant, uzayı mutlak olarak ele almadığı için maddenin sürekli bölünebilirliğini gerçek olarak görmez ve bölünmedeki sonu belirsiz (*indefinitum*) gerilemenin inşa edilmeye engel olan yapısını gerçek bir sorun olmaktan çıkarır. Zira Kant, sonsuz küçük maddeyle dolu, bir uzayın kendisinin temsil edilebilir ya da inşa edilebilir olmadığının farkındadır (Friedman 2013: 229). Bu sebeple uzay, "bağlantıdan (İng. *Contact*) hiç de farklı değildir" ve "gerçekte hiçbir şekilde bu şekilde tasarlanamasa da, sürekli bir büyüklük olarak bir maddenin genişlemesini görüsel hale getirmeye hizmet eden bir uzay ideasıdır" (Kant 2004: 522). Bu açıklamalarıyla Kant'ın zaman görüsüne bağlı kalarak sonlu adımda inşa yöntemini kullandığını ve sonsuz küçükte aslen inşa edilemez olanı göreli bir uzay bağlamında hesaba dahil ettiğini görürüz. Kant'ın burada inşa edilebilirliği, inşa edilemezler için hayali odak (Lat. *focus* *imaginarium*) olarak kullandığını savunabiliriz.[3] Sonsuz küçüğe dair bu açıklamalara netlik kazandırmak için Kant'ın August Rehberg ile irrasyonel sayıların görüsüne dair yazışmalarında, $\sqrt{2}$ 'nin sürekli azalan kesirli durumu için verdiği açıklamaya başvurabiliriz. Bu açıklama, bizi hem belirlenebilirlik kapsamında inşa edilebilirlik-edilemezlik tartışmasına götürecek hem de Kant tarafından inşa edilebilir olan aritmetiğin merkezi olup olmadığı ikilemini sonuca ulaştıracaktır. Friedman, *Kant and the Exact Sciences* kitabında, Kant'ın son döneme ait (1790) Rehberg ile mektuplaşmalarını ele alır (Friedman 1998: 76). Rehberg, aritmetik ve cebir alanlarında bilgi edinmek için zaman ve uzayın a priori görüsünün değil, yalnızca kavramların kendilerinin gerekli olduğunu iddia eder (AA XI: 205-206). Kant'ın bu savunuya, mektup taslağındaki cevabı şu şekildedir:

> Eğer uzay kavramlarımız olmasaydı, $\sqrt{2}$ niceliğinin bizim için hiçbir anlamı (Alm. *Bedeutung*) olmazdı, çünkü o zaman her sayı bölünemez birimlerin bir toplamı (Alm. *Menge*) olarak temsil edilebilirdi. Ama eğer bir çizgi akma (Alm. *durch fluxion*) yoluyla üretilmiş olarak temsil edilirse ve böylece basit hiçbir şeyi temsil etmediğimiz zaman içinde üretilirse, o zaman verilen birimin 1/10, 1/100, vs. vs. olduğunu düşünebiliriz (Friedman 1998: 76).

Bu ifade, daha önce yer verdiğimiz büyüklük, akış ve uzay tanımlarıyla uyumlu gözükür. Cebirle aritmetik ya da matematik arasındaki ayrımdan ötürü Kant, $\sqrt{2}$'yi bir sayı olarak ele almaz. Dolayısıyla, $\sqrt{2}$ kavramsal büyüklük alanına ait değildir. Çünkü Kant, "sayı görüsünde (Alm. *Zahlanschauung*) böyle bir kavramsal büyüklük kavramını yeterince ortaya" koyamayacağımızı fark eder (Friedman 1998: 112). Friedman'ın aktarımıyla, Kant mektubunun taslağındaki 14,57.6-7'de, "$\sqrt{2}$ gibi sonsuz yaklaşma serileri aslında sayı değildir, yalnızca bir sayma (Alm. *Zahlen*) kuralı aracılığıyla bir büyüklük belirlenimidir" savunusunda bulunur (Friedman 1998: 111). Üstelik anlama yetisi, sonlu adımda bir bütün olarak "böyle bir niceliğin a priori verilebileceğini bekleyemeyeceğinden", anlama yetisinin "aslında $\sqrt{2}$'ye eşit bir nesnenin olasılığını varsayma yetkisine bile sahip" olmadığı sonucuna varır

[3] Bu savunu, Skolem-Lowenheim teoremindeki, sonlu ötesi sayının P(ω) set teorik modeli sayılabilirken "P(ω)'nin sayılamaz olduğunu" söylemekle benzerdir. bk. Michael Potter, *Set Theory And Its Philosophy*. New York: Oxford University Press, 2004, s. 115.)

(Friedman 1998: 112). Bu nedenle Kant, sürekli bölünen sonsuz küçükte olduğu gibi irrasyonel sayıların da geometrik görüde sergilenebilir olması bakımından 11,210.16-23'te bir sayma kuralı olarak "yalnızca düşünülebilir olmadığını, aynı zamanda görüde de yeterince verilebileceğini" göstermiş olur (Friedman 1998: 112). $\sqrt{2}$ gibi sonsuz yaklaşma serilerinin, bir büyüklük belirlenimi sergileyebilmeleri ve fizik ya da matematikte hesap edilebilmeleri için bunun imkanının görüde sağlanması gerekir. Çünkü yalnızca düşünülebilir olsaydı, nesnel bir bilimde bilgi olarak yer alamazdı. Buradan yola çıkarak Friedman'la birlikte, $\sqrt{2}$'nin irrasyonelliği olgusunun ardışık saymaya ve dolayısıyla zamana dayandığını savunabiliriz. Çünkü "$\sqrt{\square}$'nın rasyonel mi yoksa irrasyonel mi olduğunu belirlemek için saf zaman görüsü zorunlu olarak gereklidir" (Friedman 1998: 115). Mektupta 209.2-11'teki ifadeye göre Kant için "saf görü olarak zaman; tam sayı olarak bulunup bulunamayacağı ya da bu mümkün değilse, yalnızca sonsuza kadar azalan bir kesirler dizisi aracılığıyla ve dolayısıyla irrasyonel sayı olarak bulunup bulunamayacağı konusunda talimat alabileceğimiz" başvuru kaynağıdır (Friedman 1998: 116). Bu da bizi şu sonuca götürür; büyüklük kavramıyla yapılan tüm işlemlerin -aritmetik ve cebir bilimlerinde yapılan tüm hesaplamaların- temelinde sayı dizileri (doğal sayılar) yatar (Friedman 1998: 117). İrrasyonel bir büyüklük, sonsuz küçük gibi durumlarda ise verilen büyüklüğün irrasyonel olması, bu yinelemeli prosedürün sonlu sayıdaki adımda sonlanmaması gerçeğinden ibarettir. Bu durumda $\sqrt{2}$'nin büyüklüğü, $\square_1$ = 1.4, $\square_2$ = 1.41, $\square_3$ = 1.414, ... şeklinde sonsuz kesir dizisiyle ifade edilir. Bu durumda "serinin her bir elemanını, 'çözümleme formülü' $\square^2 = 2$ 'ye sonlu ondalık sayıları art arda ekleyerek elde ederiz" ve bu "bir numaralandırma kuralı aracılığıyla bir büyüklük belirlemesidir" (Friedman 1998: 117). Fakat yine de Kant için "aritmetik olmadan (cebirden önce) karenin köşegeninin büyüklüğü hakkında hiçbir kavrama sahip olamasak" da "böyle bir büyüklüğün mümkün olduğunu geometri olmadan bilemeyiz" (Friedman 1998: 117). Yine iç içe geçen bir durumla karşı karşıya kalırız. Fakat bugün $\sqrt{2}$'nin kökünün geometriden bağımsız verilebildiğini biliyor olmamız (Atten 2012: 1), Kant'ın açıklamasını uyarlamakta zorluk çıkarır. Atten'in de vurgusuyla "$\sqrt{2}$ gerçel bir sayıdır ve bu gerçel sayı, eğer istenirse, üçüncü kavram tarafından belirlenen sonsuz diziyle özdeşleştirilebilir (İng. *Identified*)" (Atten 2012: 2). Çünkü artık belirli olduğu için bir özleştirme yapılabilir. Üstelik Kant'ın aksine "Cantor bu dizileri rahatlıkla 'sayısal nicelikler-quantities' (Alm. *Zahlengrösse*) arasında saymıştır" (Atten 2012: 2).

Kant'ın bu gelişme karşısında nasıl cevap vereceği, söz konusu iç içe geçmenin döngüselliği açıklığa kavuşturularak netleştirilebilir. Kant için çözüm, uzaydaki maddenin sonsuz bölünebilirliğinin gerçekte öyle olmadığını savunmak ve sürekli maddenin parçaları arasında gerçek bir uzaklık atfetmemektir. Bizce bu, inşa edilemezliğe karşı tam bir çözüm olmayacaktır. Kavramsal büyüklük alanında yer alan cebirin üzerine kurulan kalkülüsün ancak geometrik görüde sergilenebilir olarak nicel büyüklük alanında olması ve bunun imkânını saf aklın ideasının sağlaması, Kant sisteminde büyük bir boşluk bırakmaktadır. Bu anlamda aklın ideasının türü ve işlevi detaylandırılmalıdır.

3. Sonsuz Küçük Maddenin Bölünebilirliğini Deneyim Olmaksızın Mümkün Kılan Aklın İdesinin Analizi

Uzay konusunda Kant'ın neden saf aklın ideasına başvurduğunu netleştirerek başlamak gerekir. Kant, Açılış Tezi'nden (1770) itibaren uzayın nesnel ve gerçek bir şey olmadığı, öznel ve ideal olduğu ve §15, D'de "dışarıdan algılanan her şeyi koordine etmek için bir şema olarak sabit bir yasaya uygun olarak zihnin doğasından çıktığını" savunur (Friedman 2013: 10). Saf aklın idealarının ne olduğunu hatırlatacak olursak A3320-B376'da geçtiği haliyle, bir ideanın akıl yetisine ait bir kavram olarak "tek kökeni anlama yetisinde olan (saf bir duyarlılık imgesinde değil) ve deneyim olasılığının ötesine geçen saf bir kavram" olduğunu görürüz (Sutherland 2021a: 80). Bu sayede saf aklın ideası, hiçbir nesne verilmediği durumlarda işlevsel bir rol oynar. Fakat bu rol, *Birinci Kritik*'in başlarında bilgi üretme konusunda devre dışı bırakılan Tanrı, ruh, kozmos/evren olarak aklın kurucu idealarıyla aynı konumda tutulmaz. Sonsuz küçük, "sonlu ama giderek azalan mesafeler dizisinin nihai bir orana ya da sınıra yaklaşırken sonsuz küçük bir mesafe ideasının 'altında' düşünülür" ve Sutherland için burada saf aklın idealarının düzenleyici kullanımı söz konusudur (Sutherland 2021a: 80). Burada, Kant'ı gerçek ve fiili bir sonsuzluk savunusundan kurtaran hamlesi; uzaydaki maddenin sonu belirsiz olana doğru bölünmesini mümkün kılanın saf aklın ideası (evren) olduğunu ve bunun ancak potansiyel bir sonsuz olduğunu söylemesidir. Ne var ki, Kant'ın bu rolü verdiği saf aklın ideasının ne derecede düzenleyici olduğu ve böyle bir uzay için bu rolün yeterli olup olmadığı, Kant ve yorumcuları tarafından yeterince tartışılmamıştır. Üstelik sonsuz küçük büyüklüğün dinamik alanında kullanılmasıyla öyle gözükmesini sağlayan saf aklın ideası sayesinde uzayın, dolaylı olarak doğa bilimlerine dair bir evrensellik iddasında bulunduğu görülür. Nitekim matematik kategoriler, "görü nesneleriyle (hem saf hem de ampirik) ilgili" iken dinamik kategoriler "bu nesnelerin varoluşuna (ya birbirleriyle ya da anlama yetisiyle ilişkili olarak) yöneliktir" (Kant 1998: B110). Bu durumda, belirttiğimiz zorluğun çözümü doğa bilimlerine ve uygulandığı nesnelerin varoluşuna yönelik olacaktır.

Kant, *Birinci Kritik*'te, Saf Aklın Evrenbilimsel İdealar Açısından Düzenleyici İlkesi bölümünde özellikle evren ideasının düzenleyici rolünden bahsederken tartışmamızla alakalı olarak ampirik gerileme sorununa çözüm bulmaya çalışır.[4] Aklın ilkesi burada, hiçbir zaman bir saltık-koşulsuzda takılıp kalmasına izin vermeden verili fenomenlerin koşullarının dizisinde bir gerilemeyi gerektirir (Kant 1998: A509-B537). Nesnenin ne olduğunu söylemese de evren "ideası, serideki gerileyen senteze yalnızca bir kural (Alm. *eine Regel*) koyacaktır; bu kurala göre, koşullu olandan, birbiri ardına gelen tüm koşullar aracılığıyla, koşulsuz olana doğru ilerleyecektir, her ne kadar bu sonuncusuna asla ulaşılamayacak olsa da" (Kant

[4] Aklın idealarının detaylı açıklaması ve değerlendirmesi için bk. Azizoğlu, N. (2023). Kant'ta İdeaların Konumlandırılması ve Yol Açtığı Bazı Sorunlar [Yayımlanmamış Doktora Tezi]. Bursa Uludağ Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, İstanbul.

1998: A510-B538). Bu açıklama sonsuz küçük tanımındaki, sıfıra ulaşmayan ama yine de sıfıra yaklaşan ifadesine ve limit kavramına oldukça benzer. Açıklamanın böyle olmasının nedeni de aynıdır; deneyimde rastlanmaması. İlginç bir şekilde Kant burada, "mümkün deneyim alanının ötesine geçen ve bunu çevreleyen ve sınırlayan şey hakkında hüküm verecek olanın" aklın ideası olduğunu savunur (Kant 1998: A230-B282).[5] Dolayısıyla Kant için sonsuz küçük büyüklüğün olanaklılığı için koşulsuza varılmasa da koşulsuz olana doğru yol alınmalıdır. Peki bunu nasıl yaparız?

Kant *Birinci Kritik*'te, "bir sistemdeki parçaların ayrık (İng. *Disjunctive*) sentezi için bir koşulsuz aramamız" gerektiğini savunur (Kant 1998: B323). Ayrık sentez, sonsuz küçük büyüklük için "bir kavramın bölünmesini tamamlaması için başka hiçbir şeye ihtiyaç duyulmayacak şekilde bir bölünmenin üyelerinin toplamına" gitmeyi sağlar (Kant 1998: B380). Bağıntı kategorisini incelediğimizde, ilinek-töz ve yeter-sebepten sonra gelen topluluk (Alm. *Gemeinschaft*) kategorisinde ayrık çıkarımın işlevini görürüz:

> Tüm görünüşlerin birbirine bağlanacağı dünya-bütünün birliği, açıkça, zımnen varsayılan, eşzamanlı olan tüm tözlerin birlikteliği ilkesinden çıkarılan salt bir sonuçtur: çünkü yalıtılmış olsalardı, parçalar olarak bir bütün oluşturmazlardı ve bağlantıları (manifoldun etkileşimi) eşzamanlılık nedeniyle zaten zorunlu olmasaydı, o zaman yalnızca ideal bir ilişki olarak ikincisinden gerçek bir ilişki olarak birincisine çıkarsama yapılamazdı (Kant 1998: A218-B265).

[5] Burada sınır çizme açısından Kant'ın sınır (Alm. *Grenze*) ile kısıtlama (Alm. *Schranke*) ayrımını netleştirmek gereklidir. Özgüç Güven'in aktardığı şekilde 1790-1791 yılları arasında tarihlendirilen ontoloji ders notlarında Kant, "Sınır kavramı yalnızca fenomenlere, fakat kısıtlama ise numenlerle ilişkili" olduğunu savunur (Güven 2019: 383). Bu haliyle "Katı uzay sınır olarak yüzeyi, düzlemsel uzay sınır olarak çizgiyi, çizgi ise noktayı barındırır… Kısıtlama ise değillemedir böylelikle bir şey en büyük şey olamaz" (Güven 2019: 383). Dolayısıyla "belli bir büyüklüğü bir sona ulaşmadan bölebilme kısıtlamanın konusu" olarak karşımıza çıkar (Güven 2019: 384). Tam da ihtiyacımız olan "belli bir sürekli parçacığın son büyüklük olmadığını belirleyen kısıtlama düşüncesidir" ve Kant için B183–A143'e göre "duyum zamanda bir varolana karşılık gelir, değilleme ise zamanda bir varolmayana karşılık gelir" (Güven 2019: 387). Burada nitelik kategorisinin üçüncüsü olarak kısıtlamanın devreye girdiğini ve "bir büyüklüğün dereceli olarak ele alınabilmesini sağladığını" görürüz (Güven 2019: 388). Ne var ki, Güven buradaki açıklamalar neticesinde kısıtlama yoluyla, sonsuz küçük bölünmeyi açıkladığımız gibi günümüz matematiğindeki sonlu ötesi büyüklüğü de 1 açıklayabileceğimizi savunsa da bunu gerçekleştirmek için aklın ideasına başvurmak gerektiği üzerinde durmaz. Ancak anlama yetisinin saf kavramı olarak kısıtlama kategorisi, sınırın ötesini aşmaya yönelme özelliğine sahip olmasaydı, sonsuz küçük açıklanamazdı.

Bu paragrafı şu şekilde okuyabiliriz; Kant, eşzamanlı olan tüm tözlerin birlikteliği ilkesini ideal bir ilişki olarak görmüş ve gerçek ilişkiyi de dünyanın-bütünün birliği şeklinde ifade etmiştir. Ayhan Çitil, burada ideal olarak düşünülen tüm parçaların toplamıyla Kant'ın Tanrı'yı kastettiğini savunur (Çitil 2021: 266). Bu anlamda, Çitil'in ifadesiyle tümün kendisi olarak Transandantal İdeal (Tanrı), "Kendisi belirlenmemiş olarak vardır; ama herhangi bir belirlemeye, bir nesne olarak belirlenmeye açıktır. A ve A olmayanı içinde bulunduran bütündür" (Çitil 2021: 298). Çitil'e göre, "hipotetik çıkarımları olanaklı kılan ve bu tür dizilerin hepsinde içerilen" ise evren ideasıdır (Çitil 2021: 266). Kant tam olarak bu şekilde ifade etmemiş olsa da, kendisinde buna benzer bir ifade bulunabilir: "...tüm fenomenlerin toplamı (evren) evrebilim ve tüm düşünülebilen her şeyin olanağının en yüksek koşulunu kapsayan şey (tüm varlıkların varlığı) Tanrıbilimin nesnesidir" (Kant 1998: B392-A335). Akıl burada; fenomenlerin toplamı için Evren, tüm tözlerin birlikte bütün içinde bulunmaları için Tanrı olarak Transandantal anlamda bir ideal oluşturur ve ona (koşulsuz olana) ulaşmaya çalışır. İlginç olan şudur ki; Tanrı kanıtlaması gibi klasik metafizik konularda akıl bunu yapmamalı iken; uzay söz konusu olduğunda da aklın bu iki idea sayesinde koşulsuza doğru haraketi gereklidir.

Bütünlüğü sağlaması açısından transandantal ideal olarak Tanrı ideası, uzayın sonsuz küçük olduğu ideasını parçaların ayrı olsalar da aynı bütüne ait olarak durmalarını sağlar. Friedman'ın dikkat çektiği nokta da burasıdır: "Maddenin hareketi yalnızca üç ilişkisel kategori (töz, nedensellik, topluluk) ve bunlara karşılık gelen ilkeler (deneyimin analojileri) sayesinde gerçek bir deneyim nesnesi haline gelebilir" (Friedman 2011: 20). Burada Kant'ın varoluşsal bir savunuda bulunmadığını iddia etsek bile, başka bir sorunla karşılaşırız. Kant, uzayın sonu belirsiz olana doğru bölünen maddelerden oluştuğunu söylerken ve bunun gerçekte olmadığını ifade ederken, bir yandan da deneyimin koşullarını oluşturduğunu savunur. Bu durumda, sonsuz küçüğü kısıtlama yoluyla ele aldığımızda, gerçekte olmadığı iddia edilen sınırın genişletilmesi, evren ideasının sadece düzenleyici olduğundan şüphe ettirecektir. Nitekim bu şüpheden ötürü Parsons, algı dizilerinin potansiyel sonsuzluğunu varsaymayı reddeder ve sonsuz küçüğün açıklandığı bir sonsuz kavramına sahip olmadığımızı savunur (Parsons 1964: 196). Bu savunu, onu "aritmetik için ihtiyacımız olan karşılıklar sonludur" kabulüne götürür (Parsons 1979-80: 164). Halbuki, sonsuz küçük için sonlu adımda kalmak istediğimizde işlem yapabilmemiz mümkün değildir. İdealizmi ve sonsuz kavramını reddeden Parsons'ın aksine Kant gibi gerçek olanın ancak ideal olan aracılığıyla anlaşılabileceğini savunduğumuzda, bizce varoluşsal bir varsayımda bulunmuş oluruz. Burada mesele, Marburg neo-Kantçılarından Cassirer gibi "idealleştirici rolün ontolojik değil epistemolojik bir işlevsel rolü" olduğunu savunup savunmamak biçimini alır (Mormann & Mikhail 2013: 245). Cassirer, "doğa bilimlerinin tüm özel kavramsal oluşumlarının altında yatan temel için 'sonsuz küçük'ün kavramsal metodolojisine gitmek" gerektiğini savunurken şu sonuca ulaşmış olur: "Sonsuz küçük kavramı, duyularla kavranabilen bir 'Varlığı' değil, düşüncenin kendine özgü bir temel yönünü ifade eder: Ama bu temel yön, şimdi bilimsel nesnenin kendisinin zorunlu önvarsayımı olarak ortaya çıkmaktadır" (Mormann & Mikhail 2013: 275). Cassirer'in vardığı bu sonuca rağmen, sorun nihai olarak bizim için çözülmüş sayılmaz.

Kant da Cassirer'in vardığı sonuç gibi bir varsayımsal seviyede kalmış olsa da sorunun tam olarak çözülmediğini fark etmiş ve tam da bu nedenle ömrünün yetmediği, *Transition From The Metaphysical Foundations of Natural Science to Physics* projesine başlamıştır. *Opus Postumum* olarak bir araya getirilen bu projeye dair yazılar, Kant tarafından bu sorun bağlamında görülen 'gedik' (İng. *Gap*) nedeniyle kaleme alınmıştır. Söz konusu gedik, Friedman'ın ifadesiyle 1790'dan beri (*Yargının Eleştirisi*) mevcuttur (Friedman 1991: 94). Gediğin oluşma nedeni, Friedman'ın "Regulative and Constitutive" makalesinin üçüncü kısmında detaylıca açıkladığı üzere, Kant'ın eleştiri döneminde daha katı olan düzenleyici-kurucu işlevler arasındaki ayrımdır. *Birinci Kritik* ve *Metafizik Temeller*'de geçen anlama yetisinin kurucu işlevi, yukarıdan aşağı doğru ilerler: "Anlama yetisinin saf kavramları ve ilkeleri, ampirik sınıflandırmanın en yüksek cinsini ve ampirik doğa biliminin en üst düzey yasasını ortaya çıkaracak şekilde uygulanır ve daha da belirli hale gelir" (Friedman 1991: 94). Buna karşılık, aklın ve reflektif yargının düzenleyici işlevi, aşağıdan yukarı doğru ilerler: "En alt düzeydeki ampirik kavramlar ve yasalar, tüm ampirik kavramların ve yasaların hiyerarşik bir sistem içinde düzenlendiği ideal bir tam doğa bilimine asimptotik (yaklaşan ama kavuşamayan) olarak yaklaşmak üzere, daha üst düzeydeki ampirik kavramlar ve yasalar altında aşamalı olarak birleştirilir ve belirli hale getirilir" (Friedman 1991: 94). Bu iki taraflı ilerleyişte, aşağıdan yukarı doğru gittiğimizde, sistemin en üst seviyesi *Metafizik Temeller* tarafından zaten oluşturulduğu için, bu oluşturulan sisteme gerçekten ulaşılıp ulaşılamayacağı şüpheli kalır. Tam bir ulaşmanın ya da yakınsayan bir ulaşmanın gerçekleşip gerçekleşmeyeceği bir gediğin oluşmasına neden olur. Bu gediği fark eden Kant, geçiş projesi ile adeta bu gediğin üzerinde bir köprü kurarak geçişi sağlamak ister. Dolayısıyla Kant, bu geçiş ile "saf doğa biliminden ampirik bilime doğru bir geçiş" sağlamaya çalışır. Bunu sağlamak amacıyla, Friedman'ın savunusuna göre, düzenleyici-kurucu işlevler arasındaki ayrımı bulanıklaştırmak zorunda kalır. Zaten halihazırda geçiş projesinden önce bile düzenleyici-kurucu işlev ayrımları, sanıldığı kadar keskin değildir. Çünkü böyle olmaması durumunda birtakım sorunlarla karşılaşırız. Friedman'ın "Regulative and Constitutive" makalesinden yola çıkarak hazırladığımız aşağıdaki tabloda da görüldüğü üzere, anlama yetisinin saf kavramları sadece kurucu değilken reflektif yargı da sadece düzenleyici değildir. Friedman, bu ayrımın keskin olmadığına dair üç şüpheyi ifade eden üç tespitte bulunur. İlk şüphesi, anlama yetisinin saf kavramlarına ait olmasına rağmen Kant'ın A180-B222'de "matematiksel kavram ve ilkelerin (nicelik ve nitelik) kurucu; dinamik kavram ve ilkeleri ise (töz, nedensellik ve topluluğu yöneten deneyim analojileri; olasılık, gerçeklik ve zorunluluğu yöneten ampirik düşünce postülatları) düzenleyici olarak nitelendirmesidir" (Friedman 1991: 75). Oysa anlama yetisinin saf kavramlarına göre, her ikisinin de kurucu olması beklenirdi. Friedman, bu şüpheyi, Kant'a referansla dinamik kavram ve ilkeleri salt bir şekilde düzenleyici olmadığı fikri ile gidermeye çalışır. Kurucu olmak, "onsuz hiçbir deneyimin gerçekleşemeyeceği kavramları a priori olarak mümkün kılmak" anlamına gelir ve buradaki kavramlar 'ampirik kavramları' ifade eder (Friedman 1991: 79). Bu nedenle, "dinamik kavram ve ilkeler, bir şekilde ampirik kavramları 'a priori olarak mümkün' kılarak tam da deneyim açısından kurucu olmaktadır" (Friedman 1991: 79). Sadece, görü açısından düzenleyici işlev görürler. İkinci şüphe, anlama yetisinin kurucu yönünün sağlamlığı hakkındadır. Bu kurucu rol; mutlak değil, belirsizdir. Çünkü "kategoriler saf doğa biliminin yalnızca genel biçimini tanımlar, ancak gerçek ampirik gerçekleşmesini ya da örneklenmesini tamamen hesap dışı bırakır" (Friedman 1991: 76). Üstelik "gerekli ampirik kavramların ve yasaların gerçekten bulunacağına dair hiçbir garanti yoktur; yalnızca arayışa sonsuza dek devam etmemizi gerektiren salt düzenleyici bir talep vardır" (Friedman 1991: 76). Bu talebi ise ancak reflektif yargının düzenleyici işlevi gerçekleştirebilir. Bu nedenle kategoriler düzenleyici bir talebe ihtiyaç duyar. Dolayısıyla söz konusu ihtiyaç neticesinde, "tüm ampirik kavram ve yasalar, anlama yetisinin transandantal ilkeleri altında kurucu bir güç kazanması gerektiği için, akıl ve reflektif yargı ampirik yasaların sistematikliğini takip eder" (Friedman 1991: 90). Üçüncüsü ve *Opus Postumum* ile çözülmeye çalışılan şüphe ise bahsettiğimiz gediği oluşturan nedenden kaynaklanır. Bu şüphenin giderilmesi için Friedman, geçiş projesinin, hem kurucu hem de düzenleyici işlevlerinin birlikte rol alması gerektiğini savunur. Çünkü Kant da geçiş için her ikisinde de ortak olan bir şeyin olması gerektiğini savunur: "Metafizikten fiziğe, uzaydaki hareketli olanın a priori kavramından (yani genel olarak bir madde kavramından) hareketli kuvvetler sistemine geçiş, ancak her ikisinde de ortak olan şey aracılığıyla [ilerleyebilir]...(21,478.11-19)" (Friedman 1991: 95). Aksi takdirde, geçiş, Kant'ın da ifadesiyle, yalnızca genel olarak maddenin a priori kavramlarından oluşursa tamamen metafizik olurken, yalnızca ampirik temsillerden de oluşursa da tamamen fizik olur (Friedman 1991: 95). Kavramsal alanda kalırsak belki de Cassirer gibi sadece metafizik alanında kalırken, ampirik temsil alanında kalırsak da Parsons gibi fizik alanında kalmış oluruz. Dolayısıyla geçiş için kurucu-düzenleyici işlevleri birlikte göreve çağırmamız gerekir. Peki, geçiş projesi düzenleyici olan hangi işlevi kurucu olarak sisteme dahil eder ve bu kurucu işlev neyi kurar?

	Kurucu	Düzenleyici
Anlama Yetisinin Saf Kavramları	- Deneyim imkanının kurucusudur. - Yukarıdan aşağıya doğru ilerleyerek daha da belirli hale gelir.	Gerekli ampirik kavramların ve yasaların bulunacağına dair arayışın sonsuza dek devam etmemizi gerektiren salt düzenleyici bir talebi vardır.
Matematiksel Kavram ve İlkeler	Görüye göre kurucudur.	
Dinamik Kavram ve İlkeler	Ampirik kavramları 'a priori olarak mümkün' kılarak tam da deneyim açısından kurucudur.	Görüye göre düzenleyicidir.
Akıl Yetisi		Deneyimde verilebilecek nesnelere ilişkin ampirik araştırmaya rehberlik eder.
Belirleyici (İng. *Determinative*) Yargı	- Anlama yetisinin kurucu işlevini gerçekleştirir. - Bazı ampirik kavramların (madde) içeriğinin ifade edilmesinde kurucudur.	
Yansıtıcı (İng. *Reflective*) Yargı	Anlama yetisinin kurucu prosedüründeki bir kusuru telafi etmeyi amaçlar.	- Aklın düzenleyici işlevini gerçekleştirir. (Ampirik kavramlar) - Aşağıdan (en alt düzeydeki ampirik kavramlar ve yasalardan) yukarıya (daha üst düzeydeki ampirik kavramlar ve yasalara) doğru

		ilerler.
Geçiş (İng. *Transition*)	Hem *Metafizik Temeller*'in a priori kurucu alanı hem de 'bir sistem olarak fiziğin' düzenleyici, uygun şekilde ampirik alanı için ortak bir şey aranmalıdır.	

Kant, uzayı dolduran sonsuz küçük (sürekli bölünebilen) maddenin bütününün temsil edilmesi için aklın ideasına ihtiyaç duyulduğuna yer vermiştir. Ancak Kant burada bile düzenleyici bir rolden bahsetmiştir. Peki, gerçekten de öyle midir? Friedman'ın bu makalesiyle *Kant ve Kesin Bilimler* kitabını birlikte ele alırsak, Kant'ın *Opus Postumum*'daki Esir-Dediksiyonu'na atıfla, aklın ideasının kurucu bir rolüne ihtiyaç duyulduğunu savunabiliriz. Doğa bilimi için zorunlu bir varsayımı veren saf aklın ideasının kurucu rolü Friedman tarafından şu şekilde savunulur:

> "Esir-Dediksiyonu'nda Kant'ın transandantal ideale mümkün en yakın yalnızca bir (ve tek bir) kurucu temsil olduğuna inanmaya başladığını düşünüyorum: yani tüm evrene dağılmış ve sürekli, uzayı dolduran 'Maddenin Tümünün' temsili" (Friedman 2011: 399).

İddiamızı temellendirmek için bu alıntıdaki kavramları iyi analiz etmek gerekir. Öncelikle Kant'ın Esir-Dediksiyon'u bölümüne neden ihtiyaç duyduğu tespit edilmelidir. "Esir-dedüksiyonunun amacı, her yere dağılmış bir esir ya da kalorinin var olduğunu göstermektir, çünkü ancak bu şekilde deneyimin kolektif birliğinin olasılığı güvence altına alınır" (Friedman 1998: 303). Esirin bu her yere dağılmış halini tasarlama görevi de tahmin edeceğimiz üzere saf akla verilmiştir: "Kalori aktüeldir; çünkü onun kavramı (ona atfettiğimiz niteliklerle birlikte) deneyimin bütünlüğünü mümkün kılar - fenomenlerini açıklamak için algılanan nesnelere ilişkin bir hipotez olarak değil, deneyimin kendisinin imkânını temellendirmek için akıl yoluyla doğrudan verilir (554.12-17)" (Friedman 1998: 303). Friedman'ın ortaya koyduğu üzere, transandantal ideal ile esir-dedüksiyonunun niteliklerinin tam örtüşmesi sayesinde aklın bu rolü, "esir-dedüksiyonunun nesnel varlığını kurar" (Friedman 1998: 303). Bu tam örtüşme, maddenin tümünün varlığının temsil edilmesinin saf aklın ideası yoluyla gerçekleşmesi anlamına gelir. Aklın ideasının yani transandantal idealin bu rolünün sadece düzenleyici olması, geçiş projesinin gerçekleşmesine izin vermez. Bu nedenle Friedman, alıntıda yer verdiğimiz 'transandantal ideale mümkün en yakın kurucu temsile' Kant'in izin verdiğini savunur. Bildiğimiz üzere Kant, *Birinci Kritik*'te, Evrenbilimsel Diyalektiğin Çözümüne Anahtar Olarak Transandantal İdealizm başlığında, "uzayda ya da zamanda görülenen her şeyin ... temsil edildikleri şekliyle, genişletilmiş varlıklar ya da değişimler dizisi olarak, düşüncelerimizin dışında kendinde temellenen bir varlığa sahip olmayan salt temsiller" olarak transandantal idealizmi oluşturduğunu ifade eder (Kant 1998: A491-B519). Dolayısıyla burada geçen transandantal ideal, "aklın anlama yetisinin ampirik kullanımına rehberlik ettiği salt bir idea ya da kavramdır" (Friedman 1998: 302). Bu anlamda transandantal idealin nesnel bir varlığı olmasa da, Kant'ın da ifadesiyle, "gerçekliğin Tümü (Lat. *omnitudo realitatis*) tamamen belirlenmiştir … insan aklının yetkin olduğu (bu) tek (Alm. *Einzige*) doğru idealdir; çünkü yalnızca bu tek durumda, bir şeyin kendi içinde evrensel bir kavramı, kendi aracılığıyla tamamen belirlenir ve bir bireyin temsili olarak idrak edilir" (Kant 1998: A576-B604). Kalorik kavramının zorunluluğu, ancak bu kurucu rolle birlikte sağlanmaktadır. Kant'ın da *Opus Postumum*'daki ifadesine göre; "Tüm evrene dağılmış bu tarz bir maddeyi postüle etmenin tözsel olarak uzay olduğu düşünülen kalorik kavramında temellendirilmesi sadece doğru değil; fakat aynı zamanda zorunluluktur" (Kant 1993: 21, 221.2-18). Üstelik burada geçen "uzay, evrensel bir kavramı değil, saf görüyü" ifade eder (Kant 1998: A24-25-B39). Bu durumda transandantal idealin düzenleyici rolünden çıkmış ve kurucu rolünün gerekli olduğunu görmüş oluyoruz.

Sonuç

Kant, sonu belirsiz olana doğru bölünebilir madde konusunda, açık bir şekilde saf aklın hangi ideasının rol üstlendiğini belirtmese de, *Birinci Kritik*'te saf aklın evrenbilimsel idealarının düzenleyici rol üstlendiğini görürüz (Kant 1998: A510-B538). Ne var ki; sürekli bölünen maddenin bölünebilirliği, gösterdiğimiz üzere deneyim yoluyla çözümlenemez. Sürekli bölünme, duyarlılık ya da anlama yetisi tarafından değil; ancak akıl tarafından çözüme kavuşturulabilir (Kant 1998: B555). Fakat aklın ideasının düzenleyici rolüyle bu sorunu çözemediği, *Opus Postumum*'da sorunun tekrar gündeme gelmesiyle görülmüştür. Fenomenlerin toplamı olan evren ideasının sonu belirsiz olana doğru gerileme söz konusu olduğunda, yalnızca bir kural sunduğu savunulsa da uzayın bütününün temsilinin gerekliliği ve uzayı oluşturan/dolduran unsurun kalorik/esir olması, transandantal idealin düzenleyici rolünü aşar. Üstelik Kant bunu açıksa söylemese de, bütünün temsili için ayrık sentezde bahsettiğimiz, transandantal ideal olarak Tanrı ideasının bu bütünlüğü ideal biçimde sağlamak için gerekli olduğu görülmektedir. Görüldüğü üzere, uzayı dolduran sonu belirsiz olana doğru sürekli bölünen maddenin tümünün temsili, ancak saf aklın ideasının hatta belki de Tanrı ideasının kurucu olduğu bir durumda sağlanabilir. Üstelik bu durum, bizi doğa bilimleri açısından varoluşsal bir sonuca götürür. Çünkü, kalorik, fenomenleri açıklamak için algılanan nesnelere ilişkin bir hipotez olarak değil, deneyimin kendisinin imkânını temellendirmek için akıl yoluyla doğrudan verilen olarak gerçektir. Modern matematikte sonsuz gerilemeden kaçınmak için ispatı yapılmamış önermelerin 'aksiyom' olarak ele alınması buradaki sorun için yeterli bir çözüm değildir (Potter 2004: 7). Çünkü süreklilik, bir hareketin izi olarak potansiyel bir sonsuz küçük-büyük olarak oluş (İng. *Being*) sergileyen varlıktır (Bell 2022). Dolayısıyla bu oluşu, varsayımsal bir düzlemde temellendirmek gediği kapatmakta yeterli olmayacaktır. Böylece transandantal idealin Friedman'ın savunduğu üzere kurucu-düzenleyici işlevlerinin bir arada çalıştığını görebiliriz. Fakat yine de, bu kurucu işlevin nasıl mümkün olduğu araştırılması gereken zor bir soru olarak karşımızda durmaktadır.

Determining and Reconstructing Kant's Conception of Intuition Regarding Infinitely Decreasing Smallness in the Modern Context

Summary

Fazilet Fatıma ALÇIK
PhD candidate
Istanbul 29 May University, Faculty of Literature, Department of Philosophy, Istanbul, TR
ORCID: 0000-0003-1727-4254
faziletalcik@gmail.com

"Algebra, in its full sense, is the art of establishing a rule for generating an unknown quantity through counting (Ger. Zahlen), solely by means of given magnitude ratios, independent of any specific real number" (Friedman 1998: 110).

Introduction

How is it possible to grasp the infinitely small, which the human mind cannot comprehend as a whole unit, within Kant's system? Is there an appropriate intuition for this? With the development of calculus in the 18th century, these two critical questions became issues of great interest to Kant. The development of calculus required using the infinitely small in the mathematization of physics. This requirement led to debates about the understanding of algebra, the structure of space, the conceptualization of infinity in mathematics, and continuity. During his critical period, Kant made mathematics possible through synthetic a priori judgments, enabled by the intuition of time and the construction of numbers in succession, but he could not apply the same terms to calculus. In order to solve this problem, Kant wrote *Grundlegung zur Metaphysische Anfangsgründe der Naturwissenschaft* (1786), where he first designed a conception of space in which infinitely small division is possible. However, he argues that we perform the divisibility of infinitely small quantities without attributing 'real' (*Wirkliche*) distance to the parts of continuous matter and that we do this through the idea of reason. Thus, we must address the question, 'How will the space in which matter is infinitely continuously divisible, provided by the idea, become an object of intuition?' Therefore, this paper will investigate how the idea of reason makes this possible within its regulative function and how this space is related to intuition. It will explain how Kant responded to the gap he identified in his *Transition From The Metaphysical Foundations of Natural Science to Physics* project, specifically addressing the question, 'How are the general a priori principles of natural science to be connected with the specific results of empirical physics?' By referring to Michael Friedman, it will be shown that Kant had to blur the distinction between constitutive and regulative functions in this *Transition Project* and will reveal whether there is a single role where reason, as a transcendental ideal, is constitutive in terms of representing the whole of space.

In 17th- and 18th-century mathematics, developments in algebra were not considered valid unless verified by geometric proof, which led to hesitation regarding the inclusion of infinitesimals in analysis. In the context of the physical sciences in the 18th century, Newton's use of 'fluxions' (changing quantities) and Leibniz's use of 'infinitesimals' (unassignable quantities) were influential in the development of calculus (Bell 2022). However, this usage posed a challenge in geometrically representing an inexhaustible and continuously diminishing smallness extending infinitely. This difficulty persisted until the second half of the 19th century, when infinitesimal analysis was approached through the concept of limits (Sutherland 2004: 158). The primary question we focus on here is: how is it possible to conceptualize infinitesimal division, which the human mind cannot grasp as a whole, and is there an appropriate intuition for this? In this paper, we will explore how these two challenges can be addressed within the framework of Kant's philosophy. Since Kant witnessed these discussions in the 18th century, the analysis will consider the question, 'What mathematical paradigms was Kant familiar with?' Indeed, the development of calculus during Kant's time—committed as he was to geometric proof—led to debates about the understanding of algebra, the structure of space, the conceptualization of infinity in mathematics, and continuity. These interrelated concepts, first and foremost, require a conception of space where infinitesimal division is possible. This is because, in the 18th century, there was a divergence between the Leibnizians, who adhered to the concept of infinite space derived from simple substances (monads), and the Newtonians, who maintained an absolute space consistent with the natural sciences (Kant 2004: ix). Kant's explanations regarding the intuition of space and time directly relate to this debate. In these discussions, Kant rejected monads in his later works, aligning more closely with Newton, although he did not accept Newton's concept of absolute space.

Kant rejected absolute space because it was considered a real object of experience in the Newtonian system. However, he argued that to account for the continuously diminishing structure towards the indeterminate, all parts of material substances in space, like the areas they occupy, must be divisible toward the indeterminate. In the *Metaphysical Foundations of Natural Science* (German: *Grundlegung zur Metaphysische Anfangsgründe der Naturwissenschaft*, 1786), Kant frequently refers to infinitesimals in the Mechanics and Dynamics sections, which sparked debates around his conception of space. This controversy arises from the tension between Kant's explanation of space in the *Critique of Pure Reason* (German: *Kritik der reinen Vernunft*, 1781), where he opposed the notion of actual infinity. In the B edition of the *First Critique*, Kant, like Newton, argued that continuous magnitudes are generated by motion and described instantaneous velocity as "both continuously diminishing and smaller than all other velocities." However, this definition also leads to a problem: the notion that continuously diminishing velocity is smaller than all other velocities is problematic because a smaller one always follows at every given moment. To resolve this issue, in the *Metaphysical Foundations*, Kant employs Newton's method of fluxions, which uses 'dot notation' to represent the continuous rate of change in a fluid (Sutherland 2021a: 160). However, this raises another question: which of Kant's explanations should we accept for cases such as infinitesimals, which cannot be constructed and which are always followed by a smaller one at every point of determination? Including non-constructible elements like infinitesimals in mathematics conflicts with Kant's principle that mathematical objects must be constructed in succession through the intuition of time and the schema of number, as defined by synthetic a priori judgments in the *First Critique*. This paper will demonstrate that the apparent contradiction between the constructibility of operations like 5+7=12 and the inclusion of infinitesimals in mathematics runs deeper, as both aspects can be explained according to Kant's own account.

The deeper issue is as follows: The infinitesimal, which we cannot experience in the sensible field but must be used in mathematical calculations for the physical science of the sensible field, is possible for Kant with which intuition? Is it through the intuition of space or the intuition of time? To provide a sound answer to this question, we will first examine it within the context of Kant's period and then within the framework of contemporary mathematical understanding. In this way, we will assess the relevance of Kant's answers for modern-day mathematics.

Kant's Account of Space as a Condition of Necessity in the Infinitesimal Calculus

This paper will examine the relevance of Kant's responses to contemporary discussions within the abovementioned debate. In this regard, the first section will analyze the conditions that necessitate intuition in infinitesimal calculus, particularly from the perspective of spatial representation. To understand Kant's position, it is necessary to consider the period when geometry had not yet become independent from algebra. For this reason, the role of geometric proof in algebra during Kant's time will be addressed, along with its influence from the Greek period. Since the succession provided by temporal intuition cannot account for the continuity of infinitesimal quantities, Kant had to refer to spatial intuition. He clarifies what kind of space is required to enable such intuition in the *Critique of Pure Reason*: "Infinite division only determines appearance as a continuous particle (Lat. *quantum continuum*) and cannot be separated from the completeness of space, for the cause of infinite divisibility lies precisely here" (Kant 1998: A527-B555). In light of this explanation, it will be argued that Kant treats the intuition of space and time for infinitesimals in an interwoven relationship, rather than as a matter of priority. Kant's distinctions between arithmetic, algebra, and geometry will be revealed within the space-time intuition framework. In this regard, Kant's emphasis in the *First Critique* on how we conceive of space and time through representations will be revisited, particularly concerning the difference between magnitude as quantity (Lat. *Quanta*) and magnitude as conceptual size (Lat. *Quantitas*), as well as between 'intensive' and 'extensive' magnitudes. Based on these distinctions, the type of magnitude of algebra and geometry will be clarified. Therefore, when Kant explains the drawing of a line, he clarifies it within the context of infinite regress, not as *infinitum* (extending without end), but as *indefinitum* (extending as far as desired) (Kant 1998: A511-B539). It will be argued that conceptual magnitude, which allows for successive construction, refers to quantitative and intensive magnitudes. For a contemporary interpretation and evaluation of Kant's responses, reference will be made to Hintikka's "Kant's Theory of Mathematics Revisited" and Sutherland's "Kant's Philosophy of Mathematics and the Greek Mathematical Tradition."

The Necessity of External Intuition for the Expression of Continuity in Infinitesimal and the Debate on the Priority of Arithmetic

We previously mentioned that for Kant, we cannot establish a priority relationship between the intuition of space and time in determining infinitesimals. In this section, we will discuss whether a priority relationship can be established between arithmetic and geometry when we accept that arithmetic is constructed through the intuition of time. Our reference here is Kant's defense in the *Axioms of Intuition*: In operations involving natural numbers, such as 7+5=12, the proposition is synthetic but not universal as in geometry, and therefore, they are not called axioms but rather 'numerical formulas' (Kant 1998: B205). Thus, constructing natural numbers is a necessary foundation, but they do not provide a sufficient condition.

After clarifying the relationship between arithmetic and geometry, the focus will shift to investigating that on which Kant grounds the possibility of space filled with infinitesimal matter. Kant is aware that a space itself, filled with infinitesimal matter, is not representable or constructible (Friedman 2013: 229). For this reason, space "is nothing at all different from contact" and "it is an idea of space that serves to intuitional the expansion of matter as a continuous magnitude, even though in reality it can never be conceived as such." (Kant 2004: 522). To clarify these explanations concerning the infinitesimal, reference will be made to Kant's correspondence with August Rehberg regarding the intuition of irrational numbers, specifically his explanation of the continuously diminishing fractional value of $\sqrt{2}$. As Friedman reports, in draft 14,57.6-7 of his letter, Kant asserts that "infinite series like the approximation to $\sqrt{2}$ are not truly numbers but only a determination of magnitude through a rule of counting (Ger. *Zahlen*)" (Friedman 1998: 111). Moreover, since the understanding cannot anticipate that such a quantity "can be given as a whole in a finite step," its possibility is provided by the idea of pure reason (Friedman 1998: 112). In this context, Kant states in the *Metaphysical Foundations* that the divisibility of infinitesimal magnitudes is performed without attributing 'real' (Ger. *Wirkliche*) distance to the parts of continuous matter (Kant 2004: 4:505). This explanation reflects Kant's well-known approach to situations where we cannot experience the totality of something in the sensible realm. In this move, Kant appeals to the ideas of reason. In this sense, he introduces the regulatory principle of reason, though he does not provide a detailed and comprehensive explanation of what type of idea operates and how it functions (Kant 1998: A509-B537). However, the fact that calculus, built on algebra within the domain of conceptual magnitude, can only be exhibited as a quantitative magnitude in the domain of geometric intuition and that its possibility is ensured by the idea of pure reason leaves a significant gap in Kant's system. In this sense, the type and function of the idea of reason must be further elaborated.

An Analysis of the Idea of Reason That Makes the Divisibility of Infinitesimal Matter Possible Without Experience

In the third chapter, we will discuss which idea of reason explains the non-constructible infinitesimal space, whether it relates to the three subcategories of the category of relation, and whether this constitutes a point of escape or a grounding within the Kantian system. Since his *Inaugural Dissertation* (1770), Kant argued that space is not an objective and real entity but is instead subjective and ideal, and in §15, D, he claims that it "arises from the nature of the mind, according to a fixed law, as a schema to coordinate everything perceived externally" (Friedman 2013: 10). The idea of pure reason plays a functional role when no object is given. However, in the *First Critique*, particularly in the section on the 'Regulative Principle of Pure Reason concerning Cosmological Ideas,' the regulative role of the idea of the kosmos comes into play when space is concerned. Although the nature of the object is not specified, the idea of the kosmos "merely prescribes a rule (Ger. *eine Regel*) for the regressive synthesis in the series; according to this rule, we progress from the conditioned to the unconditioned through all successive conditions, even though the latter can never be reached" (Kant 1998: A510-B538). This explanation closely resembles the concept of a limit, where the value approaches zero but never quite reaches it, as is the case with the definition of infinitesimals.

Interestingly, Kant asserts here that it is the idea of reason that "judges what lies beyond the field of possible experience, and what surrounds and limits it" (Kant 1998: A230-B282). "...the totality of all phenomena (the kosmos) is the object of cosmology, and that which contains the highest condition of the possibility of everything thinkable (the existence of all beings) is the object of theology" (Kant 1998: B392-A335). Here, reason creates an ideal of the kosmos for the totality of phenomena and of God for the totality of all substances existing within the whole and strives toward the unconditioned. What is remarkable is that while reason should not operate in this way with classical metaphysical topics like the proof of God, it is necessary for reason to progress toward the unconditioned when it comes to space through these two ideas. This is precisely the point highlighted by Friedman: 'The motion of matter can become a real object of experience only through the three relational categories (substance, causality, community) and the corresponding principles (analogies of experience)' (Friedman 2011: 20).

Here, the adequacy of the regulative role of reason will be discussed, and, with reference to Friedman's *Kant and the Exact Sciences*, the argument will be made that its sole constitutive role should be defended. The second argument for the constitutive role will be drawn from Friedman's article "Regulative and Constitutive," where he argues that the constitutive and regulative roles must work together. This is because to answer the question, "How are the general a priori principles of natural science to be connected to the specific results of empirical physics?" the position of the ideas must be clarified. The answer to this question will be sought based on Kant's explanation in his final work, *Opus Postumum*. Furthermore, it will be debated whether this answer also addresses the question, 'How does space, in which matter is infinitely continuously divisible according to the idea, become an object of intuition?' In our view, the issue of how empirical physics emerges from these a priori principles is a profoundly existential question, which leads us to approach the problem of the idea from an existential perspective.

Conclusion

Although Kant does not explicitly specify which idea of pure reason plays a role in the divisibility of matter towards the indeterminate, we observe in the *Critique of Pure Reason* that the cosmological ideas of pure reason play a regulatory role (Kant 1998: A510-B538). However, as we have demonstrated, the divisibility of matter through

continuous division cannot be resolved through experience. Continuous division can be addressed neither by sensibility nor by understanding but only by reason (Kant 1998: B555). Nevertheless, it has been shown in *Opus Postumum* that the regulatory role of the idea of reason fails to solve this problem as the issue resurfaces. While it is argued that the idea of the universe, as the totality of phenomena, offers only a rule when regressing towards the indeterminate, the necessity of representing the whole of space and the need for the caloric/ether to constitute or fill space goes beyond the regulatory role of the transcendental ideal. Moreover, although Kant does not explicitly state this, it appears that the idea of God as a transcendental ideal is necessary to ensure this totality, particularly in the discrete synthesis we have mentioned for the representation of the whole. As such, the representation of the entirety of matter, which continuously divides towards the indeterminate and fills space, can only be secured if the idea of pure reason, and perhaps even the idea of God as a transcendental ideal, is constitutive.
Furthermore, this leads us to an existential conclusion regarding the natural sciences: caloric is not merely a hypothesis related to perceived objects used to explain phenomena but rather a reality given directly through reason to ground the very possibility of experience. The approach of treating unproven propositions as 'axioms' in modern mathematics to avoid infinite regress does not provide a sufficient solution for this problem (Potter 2004: 7). This is because continuity, as the trace of a motion, manifests as Being exhibits a potential infinitesimal-large existence (Bell 2022). Thus, grounding this Being on a hypothetical level will not be sufficient to close the gap. Therefore, as Friedman argues, we can see that the constitutive and regulatory functions of the transcendental ideal work together. However, the difficult question that remains is how this constitutive function is made possible, which still requires further investigation.

KAYNAKÇA | REFERENCES

Atten, M. (2012) Kant And Real Numbers. *Epistemology versus Ontology: Essays on the Philosophy and Foundations of Mathematics in Honour of Per Martin-Löf*. Springer. 3-23.

Azizoğlu, N. (2023). Kant'ta İdealların Konumlandırılması ve Yol Açtığı Bazı Sorunlar [Yayımlanmamış Doktora Tezi]. Bursa Uludağ Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, İstanbul.

Bell, J. (2022). Continuity and Infinitesimals. *Stanford Encyclopedia of Philosophy*. Mar 16. Erişim Tarihi: 23.10.2023 (https://plato.stanford.edu/entries/continuity/#ContInfiSeveEighCent).

Britain, G. (1992). Algebra and Intuition. *Kant's Philosophy of Mathematics: Modern Essays* (ed. Carl J. Posy, ss. 315-341). Kluwer Academic Publishers.

Buroker, J. V. (2006). *Kant's Critique of Pure Reason An Introduction*. New York: Cambridge University Press.

Çitil, A. A. (2021). *Kant Okumaları: Birinci Kritik*, İstanbul: Dergah Yayınları.

Guyer, P. (1987). *Kant and The Claims of Knowledge*. New York: Cambridge University Press.

Güven, Ö. (2019). Kant'ın Grenze ve Schranke Ayrımı Yoluyla Felsefenin Yapısı Hakkında Bir Soruşturma. *Felsefe Arkivi*, 379-392.

Friedman, M. (2013). *Kant's Construction of Nature: A Reading of the Metaphysical Foundations of Natural Science*. Cambridge University Press.

Friedman, M. (1998). *Kant and the Exact Sciences*. Harvard University Press.

Friedman, M. (2011). *Kant ve Kesin Bilimler*. Çev. Sibel Şan Öget. Alfa Bilim.

Friedman, M. (1991). Regulative And Constitutive. *The Southern Journal of Philosophy* Volume XXX, Supplement, 73-102.

Hintikka, J. (1981). Kant's Theory of Mathematics Revisited. *Philosophical Topics*. University of Arkansas Press, Vol. 12, No. 2, 201-215.

Hintikka, J. (1992). Kant on the Mathematical Method. *Kant's Philosophy of Mathematics: Modern Essays*. (ed. Carl J. Posy). Kluwer Academic Publishers, 21-43.

Kant, I. (2004). *Metaphysical Foundations of Natural Science* (trans. ed. M. Friedman). Cambridge University Press.

Kant, I. (1998). *Critique of Pure Reason* (trans. P. Guyer and A. W. Wood). Cambridge University Press.

Kant, I. (1993). *Opus Postumum* (ed. P. Guyer and A. W. Wood). Cambridge University Press.

Kant, I. (2002). *Prolegomena*. (çev. İ. Kuçuradi ve Y. Örnek). Ankara: Türkiye Felsefe Kurumu.

Mormann, T. & Katz, M. (2013). Infinitesimals as an Issue of Neo-Kantian Philosophy of Science. *HOPOS: The Journal of the International Society for the History of Philosophy of Science*. Vol. 3, No. 2 (Fall), 236-280.

Parsons, C. (1964). Infinity and Kant's Conception of the 'Possibility of Experience. *The Philosophical Review*. Duke University Press, Vol. 73, No. 2 (Apr.), 182-197.

Parsons, C. (1979 - 1980). Mathematical Intuition. *Proceedings of the Aristotelian Society*. Oxford University Press, New Series, Vol. 80, 145-168.

Potter, M. (2004). *Set Theory And Its Philosophy*. New York: Oxford University Press.

Sutherland, D. (2021a). Continuity and Intuition in Eighteenth-Century Analysis and in Kant. *The History of Continua: Philosophical and Mathematical Perspectives* (Ed. S. Shapiro and G. Hellman). Oxford University Press, 158-188.

Sutherland, D. (2021b). *Kant's Mathematical World Mathematics, Cognition, and Experience*. Cambridge University Press.

Sutherland, D. (2004). Kant's Philosophy of Mathematics and the Greek Mathematical Tradition. *The Philosophical Review*. April, Vol. 113, No. 2, 157-201.